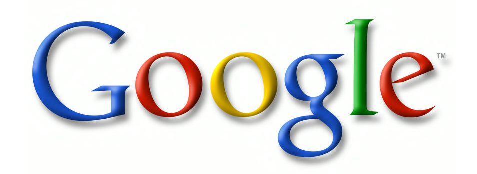
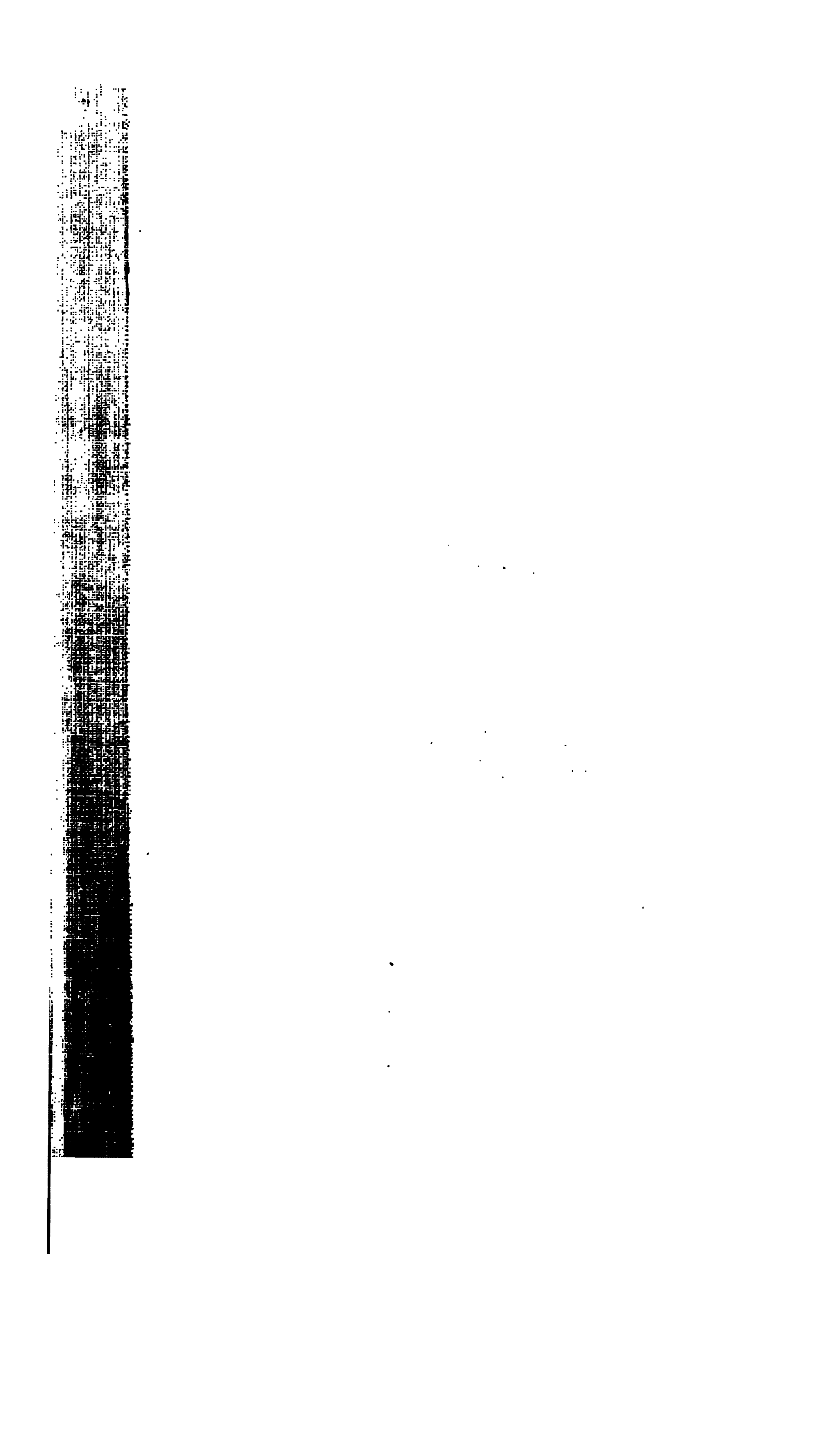





STANFORD UNIVERSITY
LIBRARY





ÜBER DAS GEDÄCHTNIS.



ÜBER DAS

GEDÄCHTNIS.

UNTERSUCHUNGEN

ZUR

EXPERIMENTELLEN PSYCHOLOGIE

VON

HERM. EBBINGHAUS,

PRIVATDOCENTEN DER PHILOSOPHIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

„De subjecto vetustissimo
novissimam promovemus scientiam."



LEIPZIG,

VERLAG VON DUNCKER & HUMBLOT.

1885.

Vorwort.

Die Bemühungen, für die mächtigen Hebel der exakten Naturforschung, Experiment und Zählung, auch in der Welt der psychischen Vorgänge geeignete Angriffspunkte zu gewinnen, sind bisher wesentlich auf das grofse Gebiet der Sinnesempfindungen und die psychologische Zeitmessung beschränkt geblieben. Mit den Untersuchungen, deren Methode und vorläufige Resultate ich im folgenden mitteile, habe ich versucht, einen Schritt weiter in das Innere des psychischen Geschehens zu thun und die Erscheinungen des Gedächtnisses im weitesten Sinne (das Aufnehmen und Behalten, die Associationen und Reproduktionen von Vorstellungen) einer experimentellen und messenden Behandlung zu unterwerfen.

Die hauptsächlichsten Bedenken, welche sich gegen die Möglichkeit einer solchen Behandlung von vornherein erheben, habe ich in der Schrift selbst ausführlich besprochen und teilweise zum Gegenstande der Untersuchung gemacht. Ich darf daher diejenigen, welchen die Unmöglichkeit des Versuchs nicht bereits a priori feststeht, bitten, ihr Urteil über die Ausführbarkeit eine Weile aufzuschieben.

Die Mitteilung vorläufiger Resultate wird man im Hinblick auf die Schwierigkeit des Gegenstandes und den

zeitraubenden Charakter der Versuche wohl entschuldigen, und man wird ihnen billigerweise nicht gerade die vielfachen Mängel, welche auf ihrer Unabgeschlossenheit beruhen, als ebensoviele Einwände entgegenhalten. Am meisten bemerkt werden von solchen Mängeln wird vermutlich die individuelle Beschaffenheit der Resultate. Die Versuche sind sämtlich an mir angestellt und die Resultate haben daher zunächst nur für mich Bedeutung. Natürlich werden sie nicht ausschliefslich blofse Idiosynkrasien meiner Organisation wiederspiegeln; sind auch vielleicht die absoluten Werte der gefundenen Zahlen durchweg nur individuell, so wird in den Beziehungen dieser Zahlen zu einander oder gar in den Beziehungen von Beziehungen doch manches Verhältnis von allgemeinerer Gültigkeit enthalten sein. Aber wo dies der Fall ist und wo nicht, kann ich erst hoffen, nach Beendigung weiterer und vergleichender Versuche zu entscheiden, mit denen ich beschäftigt bin.

Inhalt.

doch –
however
yet
still
surely
–
indeed

I.

Unser Wissen über das Gedächtnis.

§ 1.

Das Gedächtnis in seinen Wirkungen.

Indem die Sprache des Lebens sowohl wie der Wissenschaft der Seele ein Gedächtnis beilegt, will sie einen Thatbestand und eine Auffassung desselben bezeichnen, die sich etwa folgendermaſsen beschreiben lassen.

Psychische Zustände jeder Art, Empfindungen, Gefühle, Vorstellungen, die irgendwann einmal vorhanden waren und dann dem Bewuſstsein entschwanden, haben damit nicht absolut aufgehört zu existieren. Obschon der nach innen gewandte Blick sie auf keine Weise mehr finden mag, sind sie doch nicht schlechterdings vernichtet und annulliert worden, sondern leben in gewisser Weise weiter, aufbewahrt, wie man sagt, im Gedächtnis. Freilich können wir dieses ihr gegenwärtiges Dasein nicht direkt beobachten, aber mit derselben Sicherheit wie die Fortexistenz der Gestirne unter dem Horizont läſst sich auch die ihre erschlieſsen aus den Wirkungen, die davon zu unserer Kenntnis kommen. Diese sind von verschiedener Art.

Erstens können wir in zahlreichen Fällen die anscheinend verlorenen Zustände (oder doch, falls diese z. B. in unmittel-

baren Wahrnehmungen bestanden, ihre getreuen Phantasiebilder) durch eine darauf gerichtete Anstrengung des Willens ins Bewufstsein zurückrufen, wir können sie willkürlich reproducieren. Bei den Versuchen dazu, dem Besinnen, treten zwar nebenher allerlei Gebilde ans Licht, auf die unsere Absicht nicht gerichtet war, oft genug auch verfehlt die letztere ihr Ziel gänzlich, aber im allgemeinen findet sich unter den Resultaten auch dasjenige, welches wir suchten und nun unmittelbar als das früher Dagewesene wieder erkennen. Es wäre absurd, anzunehmen, dafs unser Wille es ganz von neuem und gleichsam aus dem Nichts geschaffen habe, es mufs vielmehr irgendwie und irgendwo noch vorhanden gewesen sein; der Wille hat es sozusagen nur aufgefunden und uns wieder vorgeführt.

In einer *zweiten* Gruppe von Fällen zeigt sich dieses Nachleben fast noch frappanter. Die einmal bewufst gewesenen Zustände kehren nämlich oft, und oft noch nach Jahren, ohne jedes Zuthun des Willens, scheinbar von selbst ins Bewufstsein zurück, sie werden unwillkürlich reproduciert. Meist erkennen wir auch hier unmittelbar das Wiedergekehrte als ein früher Dagewesenes, wir erinnern uns seiner; unter Umständen aber fehlt dieses begleitende Bewufstsein, wir wissen dann nur mittelbar, dafs das Jetzige identisch sein müsse mit einem Früheren, erhalten dadurch aber nicht minder einen vollgültigen Beweis für seine Fortexistenz in der Zwischenzeit. Wie die genauere Beobachtung dabei lehrt, geschehen diese unwillkürlichen Reproduktionen nicht ganz beliebig und zufällig. Vielmehr werden sie veranlafst und verursacht durch andere, jetzt gerade gegenwärtige psychische Gebilde, und zwar in gewissen regelmäfsigen Weisen, die in den sogenannten Associations-Gesetzen in allgemeinen Zügen beschrieben werden.

Endlich kann noch eine *dritte* reiche Gruppe von Erscheinungen hierher gerechnet werden. Die entschwundenen Zustände geben auch dann noch zweifellose Beweise ihrer dauernden Nachwirkung, wenn sie selbst gar nicht, oder wenigstens gerade jetzt nicht, ins Bewufstsein zurückkehren. Die Beschäftigung mit einem gewissen Gedankenkreise erleichtert unter Umständen die spätere Beschäftigung mit einem ähnlichen Gedankenkreise, auch wenn jene erste weder in ihrer Methode noch in ihren Resultaten direkt vor die Seele tritt. Das unermefsliche Gebiet der Wirkung angesammelter Erfahrungen gehört hierher. Dieselbe beruht darauf, dafs irgendwelche Zustände oder Vorgänge sehr häufig bewufst verwirklicht wurden. Sie besteht in der Erleichterung des Eintritts und Ablaufs ähnlicher Vorgänge. Aber diese Wirkung ist nicht daran gebunden, dafs nun die die Erfahrung konstituierenden Momente sämtlich wieder in das Bewufstsein zurückkehren. Dies kann mit einem Teil derselben nebenbei auch der Fall sein; in zu grofser Ausdehnung und mit zu grofser Klarheit darf es nicht geschehen, sonst wird der Ablauf des gegenwärtigen Vorgangs geradezu gestört. Der gröfsere Teil des Erfahrenen bleibt dem Bewufstsein verborgen und entfaltet doch eine bedeutende und seine Fortexistenz dokumentierende Wirkung.

§ 2.

Das Gedächtnis in seiner Abhängigkeit.

Den Kenntnissen von dem Dasein des Gedächtnisses und seinen *Wirkungen* geht zur Seite ein mannigfaltiges Wissen um die *Bedingungen*, von denen die Intensität des inneren Nachlebens, sowie die Treue und Promptheit der Reproduktionen sich abhängig zeigen.

Wie verschieden verhalten sich die verschiedenen Individuen in dieser Beziehung! Nicht nur verglichen mit anderen behält und reproduciert dieser gut, jener schlecht, sondern auch verglichen mit sich selbst jeder anders in anderen Phasen seines Daseins; verschieden am Morgen und am Abend, in der Jugend und im Alter.

Von erheblichem Einfluſs ist die Verschiedenheit des Inhalts des Reproducierten. Melodien können zur Qual werden durch die unerwünschte Hartnäckigkeit ihrer Wiederkehr. Formen und Farben pflegen sich nicht gerade aufzudrängen; und wenn sie sich wieder einstellen, geschieht es mit merklicher Einbuſse an Deutlichkeit und Sicherheit. Der Musiker schreibt für Orchester nieder was die inneren Stimmen ihm zusingen; der Maler verläſst sich selten ohne Nachteil ganz auf das innerlich Angeschaute, er schafft nach der Natur und kombiniert nach Studien. (Vergangene Gefühlszustände endlich vergegenwärtigt man sich fast mit Mühe, in ziemlich blassen Schemen und oft nur durch die sie begleitenden Bewegungen.) Gefühlswahrer Gesang ist seltener als korrekter Gesang.

Nimmt man die beiden vorigen Gesichtspunkte zusammen — das Verhalten verschiedener Individuen zu verschiedenen Inhalten —, so zeigen sich unendliche Differenzen. Der eine strömt über von poetischen Reminiscenzen, der andere dirigiert Symphonien aus dem Kopfe, während Zahlen und Formeln, die dem dritten fast ohne sein Zuthun anfliegen, von jenen abgleiten wie von poliertem Stein.

Auſserordentlich groſs ist die Abhängigkeit des Behaltens und Reproducierens von der Intensität der Aufmerksamkeit und des Interesses, welche sich bei dem ersten Dasein der psychischen Zustände an diese hefteten. Das gebrannte Kind scheut das Feuer und der geschlagene Hund

den Stock nach einer einzigen höchst eindrucksvollen Erfahrung; Menschen, für die man sich nicht interessiert, kann man täglich sehen, ohne sich gelegentlich einmal auf die Farbe ihrer Haare oder Augen besinnen zu können.

Unter gewöhnlichen Umständen freilich sind häufige Wiederholungen unerläfslich, damit die Reproduktion eines Inhalts möglich sei. (Vokabeln, gröfsere Gedichte, Reden vermag man bei gröfster Anspannung und Begabung nicht durch einmalige Vorführung sich anzueignen.) Durch genügende Repetition gelingt ihre endliche Beherrschung und durch weitere Steigerung der Wiederholungen gewinnen die späteren Reproduktionen an Sicherheit und Leichtigkeit.

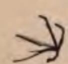
Sich selbst überlassen verliert jeder psychische Inhalt allmählich die Fähigkeit des Wiederauflebens oder erleidet doch Einbufse an ihr durch den Einflufs der Zeit. Von der Fülle von Kenntnissen, die man sich für die Bedürfnisse eines Examens einprägt, ist derjenige Teil, der durch die frühere Beschäftigung nicht genügend fundiert war und durch die spätere nicht genügend aufgefrischt wird, bald verflogen. Aber selbst ein so früh und tief Fundiertes wie die Muttersprache wird durch mehrjährigen Nichtgebrauch merklich geschädigt.

§ 3.

Mangelhaftigkeit unseres Wissens über das Gedächtnis.

Das vorstehend skizzierte Bild unseres Wissens vom Gedächtnis macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Psychologie kennt noch eine Reihe von Sätzen, die sich ihm einfügen liefsen: „wer schnell lernt, vergifst auch schnell“, „relativ lange Vorstellungsreihen haften fester als relativ kurze“, „der alternde Mensch vergifst das Spätestgelernte am

schnellsten“ u. s. w.; sie pflegt namentlich das Bild reichlich mit Beispielen oder auch Anekdoten auszumalen. Allein — worauf es hier ankommt — bei der weitestgehenden Detaillierung unseres Wissens, zu der wir im stande sind, behält alles, was wir sagen können, den unbestimmten, allgemeinen, komparativen Charakter der oben angeführten Sätze. Unsere Kenntnis stammt fast ausschliefslich aus der Beobachtung extremer, besonders frappanter Fälle. Wir vermögen diese in allgemeiner Weise und in den vagen Ausdrücken des Mehr und Minder ganz zutreffend zu beschreiben und setzen —



wiederum ganz zutreffend — voraus, dafs sich bei dem nicht besonders auffallenden, aber tausendfach häufigeren alltäglichen Wirken des Gedächtnisses dieselben Einflüsse in abgeschwächter Weise geltend machen werden. Aber treibt man die Neugier weiter und verlangt speciellere Aufschlüsse über das Detail der aufgezählten und anderer Abhängigkeitsbeziehungen, über ihre innere Struktur sozusagen, so verstummen die Antworten. In welcher Weise hängt das Schwinden der Reproducierbarkeit, das Vergessen, von der Länge der Zeit ab, innerhalb deren keine Wiederholungen stattfanden? In welchem Grade nimmt die Sicherheit der Reproduktionen zu mit der Anzahl jener Wiederholungen? Wie ändern sich diese Beziehungen bei verstärkter oder verminderter Intensität des Interesses an den reproducierbaren Gebilden? Das und dergleichen vermag niemand zu sagen.

Und zwar besteht dieses Unvermögen nicht etwa deshalb, weil diese Verhältnisse zufällig noch nicht untersucht sind, aber morgen, oder wann man sich die Zeit dazu nähme, untersucht werden könnten. Sondern man fühlt unmittelbar aus den Fragen heraus, dafs zwar die in ihnen enthaltenen Vorstellungen von Graden des Vergessens, der Sicherheit, des Interesses ganz korrekte sind, dafs uns aber die Mittel fehlen,

in unseren Erfahrungen solche Grade anders als in den gröbsten Extremen und ohne jeden Anspruch auf genaue Begrenzung festzustellen, daſs wir also zur Vornahme jener Untersuchungen gar nicht im stande sind. Unsere an gewissen frappierenden Erfahrungen gebildeten Begriffe vermögen wir in der Masse der mit jenen gleichartigen aber minder auffallenden Erfahrungen nicht verwirklicht zu finden; und umgekehrt: manche Begriffe, die uns zum Eindringen in das Detail der Thatsachen und zur theoretischen Beherrschung derselben dienlich und unentbehrlich sein würden, haben wir vermutlich noch nicht gebildet.

Denn diese beiden, die Erkenntnis des Einzelnen und die theoretische Verarbeitung desselben, hängen wechselseitig von einander ab, sie wachsen an und durch einander; und weil unser ganzes Wissen so unbestimmt und wenig specialisiert ist, deshalb ist es auch für ein eigentliches Verständnis, eine Theorie der Gedächtnis-, Reproduktions- und Associationsvorgänge bisher so unfruchtbar geblieben. Bei unseren Vorstellungen z. B. über ihre körperlichen Grundlagen bedienen wir uns verschiedener Metaphern, von aufgespeicherten Vorstellungen, eingegrabenen Bildern, ausgefahrenen Geleisen u. s. w., von denen nur das eine ganz sicher ist, daſs sie nicht zutreffen.

Natürlich hat das Bestehen aller dieser Mängel seine vollkommen zureichende Begründung in der auſserordentlichen Schwierigkeit und den Verwickelungen der Sache, und es steht dahin, ob wir trotz der klarsten Einsicht in das Unzulängliche unseres Wissens jemals wesentlich weiter kommen können. Vielleicht bleiben wir zu dauernder Resignation gezwungen. Allein eine etwas gröſsere Zugänglichkeit, als man bisher verwertet hat, läſst sich dem Gebiete, wie ich sogleich darzuthun hoffe, nicht absprechen. Wenn sich aber irgendwie

ein Weg zu tieferem Eindringen zeigt, dann wird man, bei der Bedeutung des Gedächtnislebens für alles psychische Geschehen, auch wünschen müssen, dafs er einmal betreten werde. Denn schlimmsten Falls wird man jene Resignation lieber dem Scheitern ernstgemeinter Untersuchungen als dem dauernden ratlosen Staunen vor ihren Schwierigkeiten entspringen sehen.

II.

Möglichkeit der Erweiterung unseres Wissens über das Gedächtnis.

§ 4.

Die naturwissenschaftliche Methode.

Das seiner Natur nach allgemein gültige Verfahren zur Gewinnung genauer, d. h. numerisch genauer, Einsichten in die innere Struktur von Kausalbeziehungen ist von den experimentellen Naturwissenschaften so vorwiegend angewandt und so vollkommen ausgebildet worden, daſs man es in der Regel als etwas ihnen Eigentümliches, als *naturwissenschaftliches* Verfahren bezeichnet. Es gilt aber, wie gesagt, seiner logischen Natur nach allgemein, für alle Gebiete des Seins und Geschehens; und die Möglichkeit, das thatsächliche Verhalten irgendwelcher Vorgänge genau und exakt zu beschreiben und damit der intuitiven Erfassung ihres Zusammenhanges eine zuverlässige Basis zu geben, hängt überall an der Möglichkeit, dieses Verfahren auf sie anzuwenden.

Worin es besteht, ist bekannt: man sucht den Komplex von Bedingungen, die sich für das Zustandekommen eines gewissen Effekts als maſsgebend erwiesen haben, konstant zu erhalten, variiert eine dieser Bedingungen isoliert von den

übrigen und in numerisch fixierbarer Weise, und konstatiert dann auf der Seite des Effekts wiederum in einer Messung oder Zählung die begleitende Veränderung.

Einer Übertragung dieses Verfahrens auf die Untersuchung psychischer Kausalbeziehungen im allgemeinen und derjenigen des Gedächtnislebens im besondern scheinen freilich zwei fundamentale und unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenzustehen. Wie wollen wir *erstens* die verwirrende Fülle maſsgebender Bedingungen, die, soweit sie geistiger Natur sind, sich unserer Herrschaft so gut wie ganz entziehen und dazu noch unerschöpflich und unablässig sich ändern, wie wollen wir diese auch nur einigermaſsen konstant halten? Wie wollen wir es *zweitens* möglich machen, den psychischen Vorgängen, den zeitlich schnell verfliegenden und begrifflich schwer zu analysierenden, mit einer Zählung beizukommen?

Ich diskutiere zunächst die zweite Schwierigkeit, und zwar in Beziehung zu dem uns beschäftigenden Gedächtnisleben.

§ 5.

Einführung numerischer Bestimmungen für das im Gedächtnis Aufbewahrte.

Überblickt man noch einmal die oben (§ 2) aufgeführten *Bedingungen* des Behaltens und Reproducierens, mit Rücksicht jetzt auf die Möglichkeit einer Zählung, so erkennt man, daſs bei zweien derselben eine numerische Fixierung und ebenso eine numerische Variierung wohl möglich ist: die verschiedenen Zeiten, welche verflieſsen zwischen der ersten Erzeugung und der Reproduktion von Vorstellungsreihen, kann man messen, und die Wiederholungen, welche nötig sind, um

die Reihen reproducierbar zu machen, kann man zählen. Etwas Ähnliches fehlt zunächst auf der Seite der *Wirkungen*. Hier giebt es nur eine Alternative: eine Reproduktion ist entweder möglich oder sie ist unmöglich; sie geschieht oder bleibt aus. Wir setzen zwar voraus, daſs sie unter verschiedenen Umständen dem wirklichen Eintreten auch mehr oder weniger nahe sein könne, daſs das eigentliche innere Leben der Reihen also graduelle Verschiedenheiten habe. Allein, solange wir unsere Beobachtungen auf das beschränken, was aus der inneren Welt zufällig, oder auch auf den Ruf unseres Willens, nach auſsen tritt, sind alle diese inneren Verschiedenheiten für uns in gleicher Weise nicht vorhanden.

Bei etwas geringerer Beschaulichkeit können wir sie indessen auf einem Umwege auch äuſserlich hervortreten lassen.

Ein Gedicht werde auswendig gelernt und dann nicht wieder repetiert. Wir wollen annehmen, daſs es nach einem halben Jahre vergessen sei: keine Anstrengung des Besinnens vermöge es wieder ins Bewuſstsein zurückzurufen, höchstens vereinzelte Bruchstücke kehren wieder. Gesetzt, es werde jetzt aufs neue auswendig gelernt. Dann zeigt sich, daſs es, obwohl allem Anschein nach total vergessen, doch noch eine kräftige Wirkung entfaltet. Das Auswendiglernen wird merklich weniger Zeit oder merklich weniger Wiederholungen in Anspruch nehmen, als das erste Mal; oder auch als jetzt nötig sein würden, um ein ähnliches und gleichlanges Gedicht auswendig zu lernen. An der Differenz dieser Zeiten oder Wiederholungen gewinnen wir offenbar ein gewisses Maſs für die innere Energie, welche dem das Gedicht ausmachenden geordneten Vorstellungskomplex ein halbes Jahr nach seiner ersten Einprägung noch beiwohnt. Nach einer kürzeren Zeit würde die Differenz vermutlich gröſser gefunden werden, nach einer längeren geringer; war das erste Auswendiglernen ein

sehr sorgfältiges und lange fortgesetztes, so wird sie wiederum gröfser sein, als wenn es flüchtig geschah und bald abgebrochen wurde.

Kurz, wir haben in diesen Differenzen jedenfalls numerische Ausdrücke für die inneren Verschiedenheiten nachlebender Vorstellungsreihen, die wir sonst zwar voraussetzen müssen, aber durch direkte Beobachtung nicht nachzuweisen vermögen. Damit aber haben wir in ihnen auch etwas, was mindestens dem gleicht, was wir suchen, um eine Handhabe für die Anwendung der naturwissenschaftlichen Methode zu gewinnen: wohl konstatierbare, bei Variierung der Umstände ebenfalls variierende, numerisch fixierbare Erscheinungen auf der Seite der Effekte. Ob wir in ihnen richtige Mafszahlen besitzen für jene inneren Verschiedenheiten, und ob wir dementsprechend durch sie zu richtigen Einsichten in die Kausalverbindungen gelangen, in welche jenes innerlich Lebende eingeht, das läfst sich nicht a priori bestimmen. Ganz ebenso wenig wie die Chemie a priori bestimmen konnte, ob es die elektrischen oder thermischen oder andere Begleiterscheinungen der chemischen Verbindungsvorgänge seien, an denen sie ein richtiges Mafs der ins Spiel tretenden Affinitätskräfte habe. Dazu giebt es nur den einen Weg, dafs man zusieht, ob man unter Voraussetzung der Richtigkeit zu wohlgeordneten, widerspruchslosen Resultaten und zu richtigen Anticipationen der Zukunft zu gelangen vermag.

Statt des einfachen Geschehens, Eintreten oder Ausbleiben einer Reproduktion, welches keine numerischen Unterschiede zuläfst, will ich also versuchsweise einen zusammengesetzteren Vorgang als den Effekt betrachten, dessen Veränderungen bei Variierung der Umstände ich messend beobachte: nämlich die künstliche Herbeiführung einer nicht von

selbst eintretenden Reproduktion durch eine entsprechende Anzahl von ihr entgegenkommenden Wiederholungen.

Allein damit diese Verwertung auch nur versuchsweise möglich sei, müssen jedenfalls noch zwei Bedingungen erfüllt sein.

Es mufs *einmal* möglich sein, den Moment, in dem das Auswendiglernen beendet wird, weil sein Zweck, das Auswendigwissen, als erreicht gilt, mit einiger Sicherheit zu präcisieren. Denn wenn das Auswendiglernen bald länger, bald weniger lange fortgesetzt würde, so würde ein Teil der unter verschiedenen Umständen gefundenen Differenzen auf Rechnung dieser Ungleichheit kommen und mit Unrecht auf innere Verschiedenheiten von Vorstellungsreihen gedeutet werden. Man mufs also unter den verschiedenen Reproduktionen, die man bei dem Auswendiglernen z. B. eines Gedichts diesem zu teil werden läfst, eine als besonders charakteristisch bezeichnen und dieselbe zugleich praktisch gut wieder auffinden können.

Man mufs *zweitens* voraussetzen dürfen, dafs die Anzahl von Wiederholungen, durch welche unter sonst gleichen Umständen diese charakteristische Reproduktion herbeigeführt wird, allemal dieselbe sei. Denn ist diese Zahl auch unter sonst gleichen Umständen bald so bald anders, so verlieren natürlich die Differenzen, die sich unter verschiedenen Umständen herausstellen, jede Bedeutung für die Beurteilung dieser Verschiedenheiten.

Was nun die erste Bedingung anbetrifft, so ist sie da, wo man von einem Auswendiglernen überhaupt nur sprechen kann, bei Gedichten, Wortreihen, Tonfolgen u. s. w., wohl erfüllbar. Wir sehen hier überall mit zunehmender Zahl der Wiederholungen die Reproduktionen erst stückweise und stockend möglich werden, weiter an Sicherheit zunehmen und

schliefslich glatt und fehlerlos ablaufen. Man kann offenbar die der Zahl nach erste Reproduktion, bei der dieser letzte Erfolg eintritt, als besonders charakteristische nicht nur bezeichnen, sondern auch praktisch erkennen. Ich bezeichne sie gelegentlich kurz als die erstmögliche Reproduktion.

Es fragt sich also, erfüllt diese die obige zweite Bedingung? ist die Anzahl der zu ihrer Herbeiführung erforderlichen Wiederholungen, unter übrigens gleichen Umständen, allemal dieselbe?

Jedoch in dieser Form wird die Frage mit Recht zurückgewiesen werden, weil sie das eigentlich Fragliche und den wahren Kern der Sache gewissermafsen als selbstverständliche Voraussetzung oktroyiere und nun nur eine irreleitende Antwort zulasse. Dafs jenes Abhängigkeitsverhältnis bei völliger Gleichheit der Versuchsbedingungen ein konstantes sei, wird man ohne Bedenken zuzugeben bereit sein. Die vielberufene Freiheit der Seele wenigstens ist schwerlich schon von jemandem so mifsverstanden worden, dafs sie hier Platz griffe. Allein diese theoretische Konstanz ist von geringer Bedeutung; wie soll ich sie finden, wenn die Umstände, unter denen ich thatsächlich zu beobachten gezwungen bin, niemals die gleichen sind? Ich mufs also vielmehr fragen: kann ich die unvermeidlich und immer schwankenden Umstände wenigstens soweit in meine Gewalt bekommen und ausgleichen, dafs die vermutlich in ihnen waltende Konstanz des in Rede stehenden Abhängigkeitsverhältnisses für mich sichtbar und greifbar wird?

Und so hätte uns denn die Erörterung der einen Schwierigkeit, die sich der exakten Untersuchung von Kausalverhältnissen auf dem psychischen Gebiet entgegenstellt (§ 4), von selbst auf die andere geführt. Eine numerische Fixierung von einander korrespondierenden Änderungen der Ursachen

und Wirkungen erscheint uns unter Umständen wohl möglich, wenn wir nur bei den Wiederholungen unserer Versuche die an und für sich schon erforderliche Gleichheit der maſsgebenden Bedingungen verwirklichen können.

§ 6.
Möglichkeit der Herstellung konstanter Versuchsbedingungen.

Wer an die komplicierten Vorgänge des höheren psychischen Lebens denkt oder herkommt von der Beschäftigung mit den noch komplicierteren Erscheinungen des Staats- und Gesellschaftslebens, wird im allgemeinen geneigt sein, die Möglichkeit, behufs psychologischer Experimente konstante Versuchsumstände herzustellen, zu verneinen. Nichts ist uns geläufiger als die Willkür, das aller Vorsicht und Berechnung Spottende des geistigen Geschehens. Faktoren, die offenbar höchst maſsgebende sind und ebenso höchst wandelbare, die geistige Frische, das Interesse an dem Gegenstande, die Anspannung der Aufmerksamkeit, die durch plötzliche Einfälle und Entschlüsse bewirkten Veränderungen des Gedankenlaufs, haben wir gar nicht oder nur in ungenügender Weise in unserer Gewalt.

Indessen man wird sich doch hüten müssen, diesen richtigen Einsichten zu viel Wichtigkeit beizulegen auſserhalb der Vorgänge, aus deren Beobachtung sie gewonnen wurden. Alle jene unbotmäſsigen Momente sind von der gröſsten Wichtigkeit für die höheren geistigen Vorgänge, die überhaupt nur bei einer besonders günstigen Konkurrenz der Umstände zu stande kommen. Die niederen, alltäglichen und ohne Unterlaſs geschehenden Prozesse sind ihrem Einfluſs keineswegs entzogen, aber wir haben es allerdings meist in unserer Gewalt, da, wo es darauf ankommt, denselben praktisch wenig



fernung zweier Signalstangen, die Position eines Sterns zu bestimmter Stunde, die Ausdehnung eines Metalls für eine bestimmte Temperaturzunahme, alle die zahlreichen Exponenten, Koefficienten und sonstigen Konstanten der Physik und Chemie werden uns immer nur gegeben als sehr annähernd konstante Durchschnittswerte aus differierenden Einzelbeobachtungen. Andrerseits sind die Anzahl der Selbstmörder in einem bestimmten Monat, die mittlere Lebensdauer an einem Orte, die Zahl der Wagen und Passanten pro Tag an einer bestimmten Strafsenecke u. s. w. ebenfalls je im Durchschnitt aus gröfseren Gruppen von Beobachtungen merklich konstant. Allein beide Arten von Zahlen, die ich vorübergehend als naturwissenschaftliche und statistische Konstanten bezeichnen will, sind, wie jedermann weifs, konstant aus verschiedenen Gründen und mit ganz verschiedenem Nutzen für die Erkenntnis von Kausalverhältnissen.

Man kann die Unterschiede etwa folgendermafsen formulieren.

Bei der Hervorbringung der naturwissenschaftlichen Konstanten wird jeder einzelne Effekt erzeugt durch eine Kombination von ganz denselben Ursachen. Die Einzelwerte fallen dabei etwas verschieden aus, weil eine gewisse Anzahl jener Ursachen nicht immer mit genau denselben Werten in die Kombination eingeht (kleine Fehler bei der Einstellung und dem Ablesen der Instrumente, Unregelmäfsigkeiten in der Textur und Zusammensetzung der untersuchten oder benutzten Körper u. s. w.). Dieses Schwanken einzelner Ursachen jedoch geschieht erfahrungsmäfsig nicht absolut regellos, sondern pflegt begrenzte, verhältnismäfsig kleine Kreise von Werten symmetrisch um einen Mittelwert zu durchlaufen, oder besser durchzuprobieren. Bei Zusammenfassung mehrerer Fälle müssen sich dadurch die Effekte der

Wenn wir aber nun in solcher Weise die uns erreichbare gröfstmögliche Konstanz der Umstände verwirklicht haben, woran wollen wir erkennen, ob dieselbe für unsere Zwecke praktisch hinreicht? Wann sind die Umstände, die ja doch der schärferen Betrachtung immer noch genug Verschiedenheiten darbieten werden, genügend konstant? Man wird antworten: dann, wenn bei Wiederholung der Untersuchungen die Resultate konstant bleiben. Dies letztere scheint einfach genug zu sein, um sich unmittelbar und von selbst zu erkennen zu geben. Aber der Sache näher tretend stöfst man doch auf eine Schwierigkeit.

§ 7.

Konstante Durchschnittszahlen.

Wann sollen die unter möglichst gleichen Umständen aus wiederholten Untersuchungen gewonnenen Resultate als konstant oder als genügend konstant gelten? Wenn eines denselben Wert hat wie das andere, oder doch so wenig davon abweicht, dafs die Differenz im Verhältnis zu seiner eigenen Gröfse und zu unseren Zwecken nicht in Betracht kommt?

Offenbar nicht. Das wäre zu viel verlangt und wird auch von den Naturwissenschaften nicht überall geleistet. Also wohl dann, wenn die Durchschnittszahlen aus gröfseren Gruppen von Versuchen jenes Verhalten zeigen?

Offenbar auch nicht. Das wäre zu wenig verlangt. Denn wenn Beobachtungen von Vorgängen, die nur unter irgend einem Gesichtspunkt eine Ähnlichkeit zeigen, in genügend grofser Zahl zusammengeworfen werden, so kommt man fast überall zu leidlich konstanten Durchschnittszahlen, die doch für solche weiteren Zwecke, wie wir sie hier im Auge haben, keine oder nur geringe Bedeutung besitzen. Die genaue Ent-



fernung zweier Signalstangen, die Position eines Sterns zu bestimmter Stunde, die Ausdehnung eines Metalls für eine bestimmte Temperaturzunahme, alle die zahlreichen Exponenten, Koeffizienten und sonstigen Konstanten der Physik und Chemie werden uns immer nur gegeben als sehr annähernd konstante Durchschnittswerte aus differierenden Einzelbeobachtungen. Andererseits sind die Anzahl der Selbstmörder in einem bestimmten Monat, die mittlere Lebensdauer an einem Orte, die Zahl der Wagen und Passanten pro Tag an einer bestimmten Strafsenecke u. s. w. ebenfalls je im Durchschnitt von gröfseren Gruppen von Beobachtungen merklich konstant. Allein beide Arten von Zahlen, die ich vorübergehend als naturwissenschaftliche und statistische Konstanten bezeichnen will, sind, wie jedermann weifs, konstant aus verschiedenen Gründen und mit ganz verschiedenem Nutzen für die Erkenntnis von Kausalverhältnissen.

Man kann die Unterschiede etwa folgendermafsen formulieren.

Bei der Hervorbringung der naturwissenschaftlichen Konstanten wird jeder einzelne Effekt erzeugt durch eine Kombination von g a n z d e n s e l b e n Ursachen. Die Einzelwerte fallen dabei etwas verschieden aus, weil eine gewisse Anzahl jener Ursachen nicht immer mit genau denselben Werten in die Kombination eingeht (kleine Fehler bei der Einstellung und dem Ablesen der Instrumente, Unregelmäfsigkeiten in der Textur und Zusammensetzung der untersuchten oder benutzten Körper u. s. w.). Dieses Schwanken einzelner Ursachen jedoch geschieht e r f a h r u n g s m ä f s i g nicht absolut regellos, sondern pflegt begrenzte, v e r h ä l t n i s m ä f s i g k l e i n e Kreise von Werten s y m m e t r i s c h u m e i n e n M i t t e l w e r t zu durchlaufen, oder besser durchzuprobieren. Bei Zusammenfassung mehrerer Fälle müssen sich dadurch die Effekte der

einzelnen Schwankungen mehr und mehr kompensieren zu dem Effekt des mittleren Wertes, um den herum sie stattfinden. Und das schliefsliche Resultat der Zusammenfassung wird annähernd dasselbe sein, als ob die thatsächlich veränderlichen Ursachen nicht nur begrifflich sondern auch numerisch ganz dieselben geblieben wären. Der Durchschnittswert ist also in diesen Fällen der adäquate zahlenmäfsige Repräsentant eines begrifflich bestimmten, wohlumschriebenen Zusammenwirkens; wird ein Glied der Konfiguration variiert, so geben wiederum die begleitenden Veränderungen dieses Durchschnittswertes die richtigen Mafse für den Effekt jener Variierungen auf den gesamten Komplex.

Bei den statistischen Konstanten dagegen kann man unter keinem möglichen Gesichtspunkt mehr sagen, dafs jeder Einzelwert durch das Zusammenwirken von denselben Ursachen erzeugt worden sei, die teilweise, innerhalb mäfsiger Grenzen und im ganzen in symmetrischer Weise schwankende Werte gehabt hätten. Die Einzeleffekte entspringen vielmehr einer oft unentwirrbaren Fülle von ganz verschiedenartigen Ursachenkombinationen, die zwar zahlreiche Momente mit einander teilen mögen, aber im ganzen keine begriffliche Gemeinschaft haben und wesentlich nur in irgend einem Merkmal der Effekte übereinstimmen. Dafs die Werte der einzelnen Effekte dabei sehr verschieden werden müssen, ist sozusagen selbstverständlich. Dafs nichtsdestoweniger auch hier bei Zusammenfassung grofser Gruppen annähernd konstante Zahlen zu Tage treten, bringen wir uns dadurch näher, dafs wir sagen, in gleichen und ziemlich grofsen Zeitstrecken oder Raumgebieten werden die einzelnen Ursachenkombinationen annähernd gleich häufig verwirklicht; ohne dafs wir freilich damit mehr thun, als eine eigenartige und wunderbare Veranstaltung der Natur als solche zu konstatieren.

Diese konstanten Durchschnittszahlen repräsentieren demnach nicht bestimmte und einzelne Ursachensysteme, sondern Zusammenfassungen von solchen, die ohne weitere Hülfsmittel nicht durchsichtig sind. Ihre Veränderungen bei Variierung der Umstände geben daher auch keine eigentlichen Mafszahlen für die Effekte dieser Variierungen, sondern nur Fingerzeige für dieselben. Sie sind nicht direkt zu verwerten für die Aufstellung numerisch genauer Abhängigkeitsbeziehungen, aber sie arbeiten dieser vor.

Kehren wir hiernach zurück zu der am Anfang dieses Paragraphen gestellten Frage: „wann ist die von uns nach bestem Können versuchsweise verwirklichte Gleichheit der Umstände als genügend zu betrachten?“ — so lautet die Antwort: dann, wenn die Durchschnittswerte aus mehreren Beobachtungen annähernd konstant sind, und wenn wir gleichzeitig annehmen können, dafs die einzelnen Fälle stets demselben System von Ursachen entsprungen sind, dessen Glieder dabei nur nicht auf durchaus konstante Werte beschränkt waren, sondern kleine Kreise numerischer Möglichkeiten symmetrisch um einen Mittelwert durchlaufen durften.

§ 8.

Das Fehlergesetz.

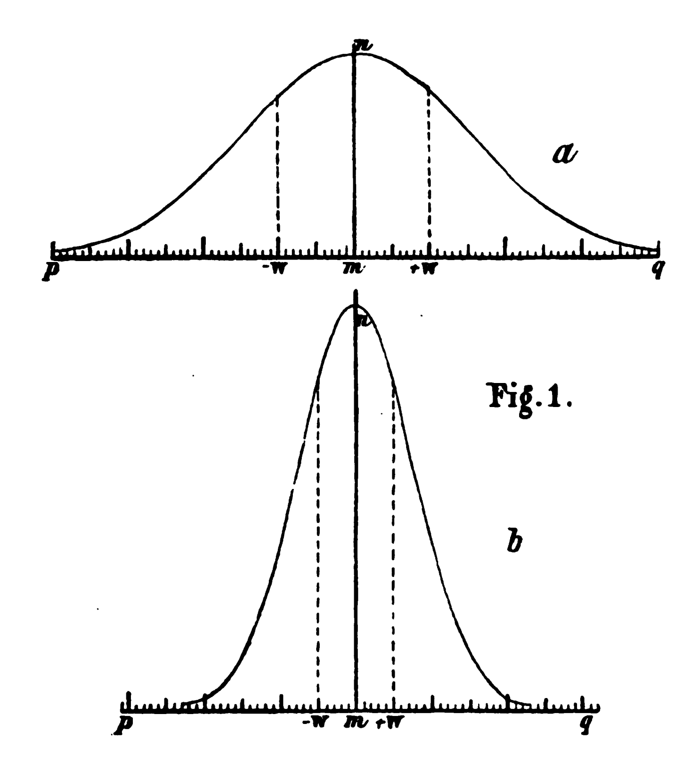
Indessen abschliefsend wird durch die eben gefundene Auskunft unsere Frage doch noch nicht beantwortet. Gesetzt, wir hätten für irgend ein psychisches Geschehen auf irgend eine Weise befriedigend konstante Durchschnittszahlen gefunden, wie denken wir nun zu erfahren, ob wir die zu ihrer weiteren Verwertung erforderliche Annahme einer gleichartigen Verursachung machen dürfen oder nicht? Der Physiker weifs im allgemeinen voraus, dafs er es mit einer einzigen Ursachen-

kombination, der Statistiker, dafs er es mit einer, trotz aller Zerlegungen immer noch unentwirrbaren Fülle derselben zu thun haben wird; beide aus der gröberen Kenntnis der Vorgänge heraus, die sie bereits besitzen, ehe sie an die feinere Untersuchung herantreten. Wenn uns aber vorhin das gegenwärtige Wissen der Psychologie zu unbestimmt und zu unzuverlässig erschien, um daraufhin über die Möglichkeit der Herstellung konstanter Versuchsbedingungen zu entscheiden, so wird dasselbe jetzt wohl auch nicht zureichen, um befriedigend auszumachen, ob wir es in einer gegebenen Gruppe von Fällen mit einer überall gleichartigen Ursachenkombination zu thun haben oder mit einer zufällig einmal zusammenwirkenden Mehrheit von solchen. Es fragt sich daher, können wir vielleicht noch durch die Hülfe eines sonstigen Kriteriums über die Art der Verursachung der Resultate ins klare kommen, die wir bei der uns möglichen Gleichhaltung der Umstände gewinnen?

Man mufs antworten: nicht mit absoluter Sicherheit, aber allerdings mit grofser Wahrscheinlichkeit. Ausgehend nämlich von Voraussetzungen, welche denjenigen möglichst nahekommen, die bei der Gewinnung physikalischer Durchschnittszahlen verwirklicht werden, hat man die Konsequenzen untersucht, welche sich aus denselben — ganz unabhängig von der sachlichen Beschaffenheit der Ursachen — lediglich für die Lagerung der differierenden Einzelwerte um den resultierenden Mittelwert ergeben. Wiederholte Vergleiche mit thatsächlich gemachten Beobachtungen haben gezeigt, dafs die Ähnlichkeit der Voraussetzungen in der That grofs genug ist, um zu einer Übereinstimmung der Folgen zu führen: das Resultat jener Spekulationen trifft mit grofser Annäherung die Wirklichkeit. Es besteht darin, dafs die Gruppierung einer gröfseren Zahl von Einzelwerten, die durch gleichartige Verursachung unter

den mehrbesprochenen Modifikationen zu stande gekommen sind, zutreffend beschrieben werden kann durch eine mathematische Formel, das sogenannte Fehlergesetz, welche besonders dadurch charakteristisch ist, dafs sie nur eine einzige Unbekannte enthält. Diese Unbekannte mifst die relative Dichtigkeit der Scharung der Einzelwerte um ihren Mittelwert, sie wechselt demnach mit der Art der Beobachtungen und wird im übrigen aus diesen selbst durch Rechnung bestimmt.

Anmerkung. Für das nähere in Bezug auf diese Formel, auf das es hier nicht ankommt, mufs ich auf die Lehrbücher der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Fehlertheorie verweisen. Für Leser, welche mit der



letzteren nicht vertraut sind, wird eine graphische Erläuterung verständlicher sein als die Mitteilung und Diskussion der Formel. Man denke sich eine bestimmte Beobachtung 1000mal wiederholt. Jede Beobachtung als solche werde repräsentiert durch den Raum eines Quadratmillimeters, ihr numerischer Wert aber, oder vielmehr ihre Abweichung von dem Mittelwert der sämtlichen 1000 Beobachtungen durch ihre Anordnung längs einer der Horizontallinien $p\,q$ der nebenstehenden Fig. 1. Für jede Beobachtung, die mit dem Mittelwert gerade übereinstimmt, werde 1 □mm auf die Vertikallinie $m\,n$ gelegt, für jede Beobachtung, die um eine Einheit nach *oben* abweicht, 1 □mm auf eine Vertikallinie *rechts* von $m\,n$, die um 1 mm entfernt ist u. s. w.; für jede Beobachtung, die um x Einheiten nach oben (resp. unten) von dem Mittel abweicht, komme 1 □mm auf eine um x mm rechts (resp. links) von $m\,n$ entfernte Vertikale. Sind alle Beobachtungen in dieser Weise angeordnet, so denke man sich die äufsere Kontur der belegten Fläche so weit zusammengedrückt, dafs die vorspringenden Ecken der einzelnen Quadrate sich in eine gleichmäfsig verlaufende Kurve verwandeln. Waren nun die differierenden Einzelwerte so entstanden, dafs ihr Mittel betrachtet werden kann als eine Konstante im naturwissenschaftlichen Sinne, so ist die Gestalt der resultierenden Kurve von der Art der in Fig. 1 mit a und b bezeichneten; ist der Mittelwert eine statistische Konstante, so hat die Kurve irgend eine andersartige Form. (Die Kurven a und b schliefsen mit den Linien $p\,q$ gerade je 1000 □mm ein. Genau ist das nur bei unendlicher Verlängerung der Kurven und der Linien $p\,q$ der Fall, aber dieselben nähern sich einander schliefslich so sehr, dafs da wo die Zeichnung abbricht, für jeden Kurvenzweig nur noch 2—3 □mm an der vollen Zahl fehlen.) Ob für eine bestimmte Gruppe von Beobachtungen die Kurve mehr eine steile oder mehr eine flache Form hat, hängt von der Natur dieser Beobachtungen ab. Je genauer sie sind, desto mehr häufen sie sich um den Mittelwert an, desto seltener sind grobe Fehler, desto steiler ist also die Kurve, und umgekehrt. Im übrigen ist das Bildungsgesetz der Kurve allemal dasselbe. Entnimmt man also einem bestimmten Beobachtungskomplex irgend einen Mafsstab für die Dichtigkeit der Scharung der Beobachtungen, so übersieht man die Gruppierung der ganzen Masse. Man könnte z. B. angeben, wie oft eine Abweichung von bestimmter Gröfse vorkommt, oder wie viel Beobachtungen zwischen bestimmten Abweichungen gezählt werden. Oder aber — wie ich im folgenden thun werde — man giebt an, welche Abweichung zwischen sich und dem Mittelwert einen bestimmten Prozentsatz aller Beobachtungen ein-

schliefst. Die Linien $+w$ und $-w$ unserer Figur schneiden z. B. aus der ganzen, die Beobachtungen repräsentierenden Fläche gerade die centrale Hälfte heraus. Aber bei den genaueren Beobachtungen von *1b* sind sie nur halb so weit von mn entfernt, wie bei *1a*. Die Angabe ihrer verhältnismäfsigen Entfernung giebt also ebenfalls einen Mafsstab für die Sicherheit der Beobachtungen.

Man kann demnach sagen: überall, wo eine Gruppe von Wirkungen betrachtet werden kann als hervorgegangen jedesmal aus derselben Ursachenkombination, die sich allerdings jedesmal nur unter sogenannten zufälligen Störungen verwirklichte, da gruppieren sich diese Werte entsprechend dem Fehlergesetz.

Nun gilt freilich nicht ohne weiteres auch die Umkehrung dieses Satzes, dafs nämlich überall, wo eine Gruppierung von Werten gemäfs dem Fehlergesetz angetroffen wird, auf jene Art der Verursachung derselben zurückgeschlossen werden darf. Warum sollte die Natur nicht gelegentlich auf komplicierte Weise eine analoge Gruppierung herbeiführen können? Thatsächlich nur scheint das ein aufserordentlich seltenes Vorkommnis zu sein. Denn unter allen den Zahlengruppen, welche die Statistik zu Durchschnittszahlen zusammenzuziehen pflegt, ist bisher nicht eine einzige gefunden worden, welche zweifellos einer Vielheit von Ursachensystemen entstammte und dabei die durch das Fehlergesetz beschriebene Anordnung zeigte *.

* Die Zahlen, welche das Vorkommen von Knaben- resp. Mädchengeburten unter je einer gröfseren Anzahl von Gesamtgeburten angeben, sollen sich sehr genau gemäfs dem Fehlergesetz gruppieren. Aber bei diesen wird es ebendarum sehr wahrscheinlich, dafs sie einer gleichartigen, auf die Erzeugung eines ganz bestimmten Verhältnisses sozusagen hinzielenden Kombination physiologischer Ursachen entspringen (s. *Lexis*, *Zur Theorie der Massenerscheinungen in der menschlichen Gesellschaft* u. a. S. 64).

Man wird sich daher dieses Gesetzes, wenn nicht als eines unbedingt sicheren, so doch als eines mit grofser Wahrscheinlichkeit orientierenden Kriteriums bedienen können, um zu erkennen, ob die annähernd konstanten Mittelwerte, die man durch irgend ein Verfahren erhält, als wahre naturwissenschaftliche Konstanten versuchsweise weiter verwertet werden dürfen oder nicht. Dasselbe giebt nicht die hinreichenden, aber eine der notwendigen Bedingungen für diese Verwertbarkeit, und die endliche Aufklärung mufs man von dem Fortgange eben der Untersuchungen erwarten, denen es eine gewisse Sicherheit der Unterlage geben hilft. Den von ihm gebotenen Mafsstab habe ich daher auch zur Beantwortung unserer immer noch schwebenden Frage angelegt: ist die durchschnittliche Anzahl von Wiederholungen, die erforderlich sind, um unter möglichst gleichen Umständen gleichartige Reihen bis zur „erstmöglichen“ Reproduktion zu lernen, eine konstante Durchschnittszahl im naturwissenschaftlichen Sinne? Und wie ich gleich vorwegnehmend bemerke, ist die Antwort hierauf in den untersuchten Fällen bejahend ausgefallen.

§ 9.

Résumé.

Gegen die Übertragung der sogenannten naturwissenschaftlichen Methode auf die Untersuchung psychischer Vorgänge erheben sich zwei, wie es scheint, fundamentale Schwierigkeiten: 1) der stete Flufs und die Unbotmäfsigkeit des psychischen Geschehens erlauben nicht die Herstellung konstanter Versuchsbedingungen; 2) die psychischen Vorgänge bieten keine direkte Handhabe für eine Messung oder Zählung.

Für das specielle Gebiet des Gedächtnislebens (Lernen, Behalten, Reproducieren) läfst sich die zweite Schwierigkeit

einigermaſsen überwinden. Unter den äuſseren Bedingungen dieser Vorgänge sind einige der Messung direkt zugänglich (Zeit, Zahl der Wiederholungen). Dieselben lassen sich verwerten, um auch da indirekt ein numerisches Element zu gewinnen, wo dies direkt nicht mehr möglich ist. Man muſs nicht abwarten, bis die dem Gedächtnis anvertrauten Vorstellungsreihen von selbst wieder ins Bewuſstsein treten, sondern man muſs ihnen entgegenkommen und sie so weit auffrischen, bis sie gerade fehlerlos reproduciert werden können. Die dazu unter bestimmten Umständen erforderliche Arbeit betrachte ich versuchsweise als ein Maſs für den Einfluſs dieser Umstände; die bei Abänderung der Umstände hervortretenden Arbeitsdifferenzen als Maſse für den Einfluss eben jener Abänderungen.

Ob sich auch die erste Schwierigkeit, die der Herstellung konstanter Versuchsumstände, befriedigend überwinden lasse, kann a priori nicht entschieden werden. Man muſs einmal Versuche unter möglichst gleichen Umständen anstellen und zusehen, ob die, im einzelnen voraussichtlich immer von einander abweichenden Resultate bei Zusammenfassung gröſserer Gruppen konstante Durchschnittswerte liefern. Indes an und für sich ist das noch nicht hinreichend, um die gefundenen Zahlen zur Aufstellung numerischer Abhängigkeitsbeziehungen im naturwissenschaftlichen Sinne zu verwerten. Die Statistik operiert mit einer groſsen Menge konstanter Durchschnittszahlen, die gar nicht der häufigen Wiederholung eines begrifflich gleichartigen Geschehens entspringen und also auch nicht zu weiteren Einsichten in ein solches verhelfen können. Bei der groſsen Kompliciertheit des psychischen Lebens läſst sich die Möglichkeit nicht abweisen, daſs etwa gefundene konstante Mittelwerte von der Art solcher statistischen Konstanten sind. Um darüber zu orientieren,

untersuche ich die Gruppierung der einzelnen, zu einem Durchschnittswert zusammengefaſsten Zahlen. Entspricht dieselbe derjenigen Verteilung, die in den Naturwissenschaften überall gefunden wird, wo die wiederholte Beobachtung eines gleichartigen Geschehens differierende Einzelwerte giebt, so nehme ich — wiederum versuchsweise — an, daſs auch der betreffende wiederholt untersuchte psychische Vorgang allemal unter genügend gleichen Umständen für unsere Zwecke von statten gegangen sei. Zwingend ist diese Annahme nicht, aber sehr wahrscheinlich. Ist sie falsch, so wird der Fortgang der Untersuchungen dies voraussichtlich von selbst lehren: die von verschiedenen Gesichtspunkten gestellten Fragen werden zu widersprechenden Resultaten führen.

§ 10.

Der wahrscheinliche Fehler.

Die Gröſse, welche die Dichtigkeit der gewonnenen Beobachtungen miſst und die ihre Verteilung darstellende Formel für jeden Fall zu einer bestimmten macht, kann man, wie schon erwähnt, verschieden wählen. Ich benutze den sogenannten „wahrscheinlichen Fehler“ (w), d. h. diejenige Abweichung von dem Mittelwert nach oben und nach unten, welche von den Einzelwerten ebenso oft überschritten wie nicht erreicht wird, welche also zwischen ihrem positiven und negativen Betrag gerade die Hälfte aller Beobachtungsresultate, symmetrisch um den Mittelwert gelagert, einschlieſst. Man kann sie, wie aus ihrem Begriff ersichtlich, aus diesen Resultaten durch einfaches Abzählen herausfinden, genauer geschieht dies durch eine theoretisch begründete Berechnung.

Hat man nun für irgend eine Gruppe von Beobachtungswerten diese Berechnung versuchsweise angestellt, dann erkennt

man eine dem Fehlergesetz entsprechende Gruppierung jener Werte daran, dafs innerhalb der Teile und Multipla des versuchsweise berechneten wahrscheinlichen Fehlers annähernd so viel Einzelwerte in symmetrischer Verteilung um den Mittelwert gezählt werden, wie die Theorie jenes Gesetzes verlangt.

Nach dieser sollen beispielweise fallen von je 1000 Beobachtungen:

innerhalb der Grenzen	Anzahl der Einzelwerte
$\pm \frac{1}{10}\, w$	54
$\pm \frac{1}{6}\, w$	89,5
$\pm \frac{1}{4}\, w$	134
$\pm \frac{1}{2}\, w$	264
$\pm\, w$	500
$\pm 1\frac{1}{2}\, w$	688
$\pm 2\, w$	823
$\pm 2\frac{1}{2}\, w$	908
$\pm 3\, w$	957
$\pm 4\, w$	993

Besteht diese Übereinstimmung in genügender Weise, dann reicht die einzige Angabe des wahrscheinlichen Fehlers hin, um die Lagerung sämtlicher Beobachtungen zu charakterisieren, und gleichzeitig giebt seine Gröfse einen brauchbaren Mafsstab für die Dichtigkeit ihrer Scharung um den Mittelwert, d. h. für ihre Genauigkeit und Vertrauenswürdigkeit.

Und wie in solcher Weise von einem wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Beobachtungen (w_b), so kann man auch sprechen von einem wahrscheinlichen Fehler der Mittelwerte (w_m). Derselbe beschreibt ganz entsprechend die Gruppierung, welche sich für verschiedene Mittelwerte herausstellen würde, wenn man die Beobachtung desselben Phänomens noch sehr oft

wiederholte und jedesmal ebenso viele Beobachtungen wie gegenwärtig zu einem Mittelwert zusammenfaſste; er giebt eine kurze aber zureichende Charakteristik der Schwankungen der aus Wiederholung der Beobachtungen resultierenden Mittelwerte und damit ebenfalls ein Maſs für die Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit des gegenwärtig gefundenen. Er ist daher im folgenden überall beigefügt worden. Wie er berechnet wird, kann wiederum hier nicht auseinandergesetzt werden, wenn nur klar ist, was er bedeutet. Er sagt also, daſs man auf Grund des Charakters der sämtlichen Beobachtungen, aus denen man gegenwärtig einen Mittelwert gewonnen hat, mit der Wahrscheinlichkeit 1 zu 1 hoffen darf, dieser Wert weiche höchstens um die Breite seines wahrscheinlichen Fehlers von demjenigen Mittelwert ab, der aus unendlich oft wiederholten Beobachtungen als der präsumtiv richtige resultieren würde. Eine gröſsere Abweichung fängt gerade an, unwahrscheinlich im mathematischen Sinne zu werden, d. h. eine gröſsere Wahrscheinlichkeit gegen sich als für sich zu haben. Und, wie ein Blick auf die eben mitgeteilte Tabelle lehrt, wächst die Unwahrscheinlichkeit gröſserer Abweichungen auſserordentlich schnell mit zunehmender Gröſse der letzteren. Dafür z. B., daſs die Abweichung des gefundenen Mittelwertes von dem präsumtiv richtigen die 2½fache Breite des gleichzeitig gefundenen wahrscheinlichen Fehlers übersteige, besteht nur die Wahrscheinlichkeit 92 : 908, also etwa 1 : 10, für Überschreitung der vierfachen Breite die geringe Wahrscheinlichkeit 7 : 993 (d. h. 1 : 142).

III.

Methode der Untersuchung.

§ 11.

Sinnlose Silbenreihen.

Um den Weg zu tieferem Eindringen in die Gedächtnisvorgänge, auf den die vorangegangenen Überlegungen hinweisen, einmal praktisch — allerdings nur für ein sehr beschränktes Gebiet — zu erproben, habe ich folgendes Verfahren eingeschlagen.

Aus den einfachen Konsonanten des Alphabets und unseren elf Vokalen und Diphthongen wurden alle überhaupt möglichen Silben einer bestimmten Art gebildet, und zwar alle in der Weise, dass ein Vokallaut in der Mitte steht und zwei Konsonanten ihn umgeben*. Diese Silben, ca. 2300 an der Zahl, wurden durcheinander gemengt und dann, wie der Zufall sie in die Hand führte, zu Reihen von verschiedener Länge zusammengesetzt, deren mehrere jedesmal das Objekt

* Die benutzten Vokallaute waren a, e, i, o, u, ä, ö, ü, au, ei, eu. Am Anfang der Silben wurden verwandt die Konsonanten b, d, f, g, h, j, k, l, m, n, p, r, s (= sz), t, w, aufserdem ch, sch, weiches s und das französische j (zusammen 19); am Ende f, k, l, m, n, p, r, s (= sz), t, ch, sch (zusammen 11). Für den Auslaut wurden weniger Konsonanten

eines *Versuchs* bildeten *. Bei der Zusammensetzung der Silben wurden ursprünglich, übrigens nicht gerade peinlich, einige Regeln beobachtet, die eine allzu rasche Wiederkehr ähnlich klingender Elemente verhindern sollten; später wurde von diesen abgesehen und nur der Zufall walten gelassen. Die jedesmal benutzten Silben wurden besonders aufbewahrt, bis die ganze Masse durchgebraucht war, dann aufs neue gemischt und wieder verwendet.

Alle mit diesen Silbenreihen angestellten Versuche liefen schliefslich darauf hinaus, die einzelnen Reihen durch wiederholtes lautes Durchlesen soweit einzuprägen, dafs sie gerade eben willkürlich reproduciert werden konnten. Dieses Ziel galt als erreicht, wenn eine Reihe zum erstenmale, nach gegebenem Anfangsglied, ohne Stocken, in einem bestimmten Tempo und mit dem Bewufstsein der Fehlerlosigkeit auswendig hergesagt werden konnte.

§ 12.

Vorzüge des Materials.

Das beschriebene, völlig sinnlose Material bietet, zum Teil wegen seiner Sinnlosigkeit, mannigfache Vorteile. Es ist zuvörderst verhältnismäfsig einfach und verhältnismäfsig

---

benutzt als für den Anlaut, weil eine deutsche Zunge, selbst nach mehrjähriger Übung in fremden Sprachen, sich mit der korrekten Aussprache der mediae am Ende nicht recht befreundet. Aus demselben Grunde wurde von der Verwendung anderer fremdsprachiger Laute, die ich zur gröfseren Bereicherung des Materials zuerst versuchte, wieder Abstand genommen.

* Ich werde die hier angedeuteten Bezeichnungen im folgenden beibehalten und nenne also „Versuch“ eine Gruppe von mehreren „Silbenreihen“ oder „Einzelreihen“. Eine Mehrheit von „Versuchen“ nenne ich „Versuchsreihe“ oder „Versuchsgruppe“.

gleichartig. Bei den zunächst sich darbietenden Stoffen, Gedichten oder Prosastücken, mufs der bald erzählende, bald beschreibende, bald reflektierende Inhalt, hier eine pathetische, dort eine lächerliche Wendung, die Schönheit oder Härte der Metaphern, die Glätte oder Eckigkeit von Rhythmus und Reim eine Fülle von unregelmäfsig wechselnden und deshalb störenden Einflüssen ins Spiel bringen: hin- und herspielende Associationen, verschiedene Grade der Anteilnahme, Rückerinnerungen an besonders treffende oder schöne Verse u. s. w. Alles dies wird bei unseren Silben vermieden. Unter vielen tausend Kombinationen begegnen kaum einige Dutzend, die einen Sinn ergeben, und unter diesen wiederum nur einige wenige, bei denen während des Lernens auch der Gedanke an diesen Sinn geweckt wurde.

Freilich darf man die Einfachheit und Gleichartigkeit des Materials nicht überschätzen; sie bleiben weit von dem entfernt, was man zu erreichen wünschen möchte. Das Lernen der Silben zieht immer noch drei Sinnesgebiete in Mitleidenschaft, das Auge, das Ohr und den Muskelsinn der Sprachorgane. Und wenn auch diese in wohlumschriebener und immer sehr ähnlicher Weise beteiligt werden, so wird man doch wegen ihrer zusammengesetzten Beteiligung auch eine gewisse Kompliciertheit der Resultate voraussehen müssen. Namentlich aber bleibt die Gleichartigkeit der Silbenreihen erheblich hinter dem zurück, was man in Betreff ihrer erwarten würde; sie zeigen sehr bedeutende und fast unverständliche Differenzen der Leichtigkeit und Schwierigkeit. Ja es scheint beinahe, als ob unter diesem Gesichtspunkt die Unterschiede zwischen sinnvollem und sinnlosem Material praktisch bei weitem nicht so grofs seien, als man a priori geneigt ist, sich vorzustellen. Wenigstens fand ich bei dem Auswendiglernen einiger Cantos von Byrons Don Juan ver-

hältnismäfsig keine gröfsere Streuung der Zahlen als bei Silbenreihen, auf deren Erlernen eine annähernd gleich lange Zeit verwendet worden war. Dort scheinen die vorhin angedeuteten zahllosen störenden Einflüsse sich doch bald zu einem gewissen mittleren Effekt zu kompensieren; während hier die Prädisposition für verschiedene Buchstaben- und Silbenkombinationen, durch den Einflufs der Muttersprache, eine sehr ungleichartige sein mufs.

Unzweifelhafter sind die Vorzüge unseres Materials in zwei anderen Hinsichten. Einmal erlaubt es eine unerschöpfliche Fülle neuer Kombinationen von ganz gleichartigem Charakter, während verschiedene Gedichte, verschiedene Prosastücke immer etwas Unvergleichbares haben. Sodann gestattet es eine sichere und bequeme quantitative Variierung; wogegen ein Abbrechen vor dem Ende, ein Anfangen in der Mitte einer Strophe oder eines Satzes durch die verschiedenartigen Störungen des Sinnes, die es mit sich bringt, auch wieder zu neuen Komplikationen führt.

Zahlenreihen, die ich ebenfalls versuchte, schienen mir für gröfsere Untersuchungen sich zu schnell zu erschöpfen wegen der geringeren Anzahl ihrer Grundelemente.

§ 13.

Herstellung möglichst konstanter Versuchsumstände.

Für das Auswendiglernen waren folgende Bestimmungen getroffen:

1. Die einzelnen Reihen wurden immer vollständig von Anfang bis zu Ende durchgelesen; sie wurden nicht in einzelnen Teilen gelernt, die dann zusammengeschweifst worden wären; auch wurden nicht einzelne, besonders schwierige Stellen herausgegriffen und häufiger memoriert. Mit dem

Durchlesen und den ab und zu notwendigen Versuchen des Auswendighersagens wurde zwanglos abgewechselt. Auch für die letzteren aber galt als Regel, daſs bei einer eintretenden Stockung erst der Rest der Reihe zu Ende gelesen und dann auf ihren Anfang zurückgegriffen wurde.

2. Durchlesen und Hersagen geschahen stets mit gleichförmiger Geschwindigkeit, nämlich im Takt von 150 Schlägen auf die Minute. Zur Regelung derselben wurde ursprünglich ein entfernt aufgestelltes Metronom mit Schlagwerk benutzt; sehr bald aber, viel einfacher und weniger störend für die Aufmerksamkeit, das Ticken einer Taschenuhr. Die Echappementsvorrichtung der meisten Taschenuhren pendelt nämlich 300 mal in der Minute.

3. Da es fast unmöglich ist, andauernd ohne Unterschiede der Betonung zu sprechen, so wurden, damit diese Unterschiede stets dieselben seien, entweder je drei oder je vier Silben sozusagen zu einem Takt zusammengefaſst, und also entweder die 1ste, 4te, 7te, oder die 1ste, 5te, 9te u. s. w. Silbe mit einem mäſsigen Iktus versehen. Sonstige Erhebungen der Stimme wurden möglichst vermieden.

4. Nach Erlernung jeder Einzelreihe wurde eine Pause von 15 Sekunden gemacht und zur Aufzeichnung des Resultats benutzt. Dann wurde unmittelbar zu einer folgenden Reihe desselben Versuchs fortgeschritten.

5. Soweit es anging, wurde während des Lernens stets die Absicht festgehalten, das erstrebte Ziel so schnell als möglich zu erreichen. Es wurde also, in dem begrenzten Maſse, in dem der bewuſste Wille hier von Einfluſs ist, beständig versucht, die Aufmerksamkeit auf die ermüdende Arbeit und ihren Zweck möglichst koncentriert zu halten. Selbstverständlich wurde zur Ermöglichung dieser Absicht auf die gänzliche Fernhaltung äusserer Störungen Bedacht

genommen; auch die geringeren Zerstreuungen, die durch Anstellung der Versuche in verschiedener Umgebung herbeigeführt werden, wurden thunlichst vermieden.

6. Es wurde niemals versucht, die sinnlosen Silben durch irgendwelche hineingedachte Beziehungen, z. B. nach den Regeln der Mnemotechniker, zu verbinden; das Lernen erfolgte rein durch die Einwirkung der blossen Wiederholungen auf das natürliche Gedächtnis. Da ich nicht die mindeste praktische Kenntnis der mnemotechnischen Künste besitze, hatte die Erfüllung dieser Bedingung für mich keine Schwierigkeit.

7. Endlich und hauptsächlich wurde darauf geachtet, dafs die äufseren Lebensumstände, während der Perioden der Versuche, wenigstens vor allzu grofsen Veränderungen und Unregelmäfsigkeiten bewahrt blieben. Natürlich ist dies im Verlauf vieler Monate nur mit erheblichen Einschränkungen möglich. Allein es wurde dann wenigstens Sorge getragen, dafs diejenigen Versuche, deren Resultate direkt mit einander verglichen werden sollten, unter möglichst gleichen Bedingungen der Lebensweise angestellt wurden. Namentlich war die den Versuchen unmittelbar vorausgehende Beschäftigung immer möglichst gleichartig. Da das geistige Leben des Menschen, nicht minder wie das körperliche, einer deutlich hervortretenden 24stündigen Periodicität unterworfen ist, so wurde bestimmt, dafs gleiche Versuchsumstände nur zu gleichen Tageszeiten vorausgesetzt werden sollten. Indes wurden, um einen Tag zu mehr als *einem* Versuche auszunutzen, gelegentlich verschiedene Untersuchungen zu verschiedenen Tageszeiten gleichzeitig betrieben. Bei allzu grofsen Änderungen des äufseren oder inneren Lebens wurden die Versuche vorübergehend ausgesetzt. Ihrer Wiederaufnahme gingen dann, verschieden je nach der Dauer der Unterbrechungen, einige Tage erneuter Einübung voraus.

§ 14.
Fehlerquellen.

Der leitende Gesichtspunkt bei der Wahl des Materials sowie bei den Bestimmungen für seine Verwendung war, wie man erkennt, überall das Streben, die Bedingungen, unter denen die zu beobachtende Gedächtnisthätigkeit ins Spiel trat, möglichst zu vereinfachen und möglichst konstant zu erhalten. Natürlich entfernt man sich, je besser dies gelingt, nur desto mehr von den komplicierten und wechselnden Verhältnissen, unter denen diese Thätigkeit im gewöhnlichen Leben funktioniert und für uns von Bedeutung ist. Aber das ist kein Einwand gegen die Notwendigkeit jenes Verfahrens. Der freie Fall, die reibungslosen Maschinen u. s. w., mit denen sich die Physik beschäftigt, sind auch im Vergleich mit dem, was im wirklichen Geschehen der Natur vorkommt und für uns wichtig ist, nur Abstraktionen. Ein annäherndes Verständnis des Komplicierten und Wirklichen ermöglichen wir uns fast nirgendwo direkt, sondern auf Umwegen, durch successive Zusammensetzung von Erfahrungen, deren jede an künstlich zurechtgemachten und von der Natur selbst in dieser Weise selten oder nie erzeugten Fällen gewonnen wurde.

Einstweilen ist es nicht sowohl von Bedeutung, daſs der Anschluſs an die Bethätigung des Gedächtnisses im gewöhnlichen Leben vorläufig verloren geht, sondern vielmehr umgekehrt, daſs dieser Anschluſs an die Verwickelungen und Schwankungen des Lebens notgedrungen immer noch ein zu enger ist. Jenes Streben nach möglichst einfachen und gleichartigen Bedingungen stöſst natürlich in zahlreichen Punkten auf Schwierigkeiten, die in der Natur der Sache wurzeln und es vereiteln. Die unvermeidliche Ungleichartigkeit des

Materials und die ebenso unvermeidlichen Unregelmäſsigkeiten der äuſseren Lebensbedingungen habe ich bereits berührt. Ich weise noch auf zwei andere solcher unumgänglichen Fehlerquellen hin.

Die Reihen werden durch die successiven Wiederholungen sozusagen auf ein immer höheres Niveau gehoben. In dem Moment, wo sie zuerst hergesagt werden können, ist das erreichte Niveau, wie man annehmen sollte, allemal ein gleiches; und nur wenn das der Fall ist, wenn das charakteristische erstmalige Hersagen überall ein äuſserlich gleiches Zeichen einer innerlich gleichen Festigkeit der Reihen ist, hat es ja für uns eigentlich einen Wert. Thatsächlich nun ist das doch nicht der Fall; die inneren Zustände verschiedener Reihen in dem Moment der erstmöglichen Reproduktion sind nicht immer dieselben, sondern höchstens kann man annehmen, daſs sie bei verschiedenen Reihen immer um denselben Zustand innerer Festigkeit herum oscillieren. Man erkennt dies deutlich, wenn man nach Erreichung jenes ersten spontanen Hersagens mit dem Wiederholen und Lernen der Reihen weiter fortfährt. In der Regel bleibt dann die gewonnene Möglichkeit willkürlicher Reproduktion bestehen; in zahlreichen Fällen dagegen ist sie unmittelbar nach ihrem ersten Auftreten wieder verschwunden und wird erst durch mehrmaliges Wiederholen aufs neue erworben. Dies beweist, daſs die Prädisposition für die Aufnahme der Reihen, abgesehen von ihren Unterschieden im groſsen, je nach den Tageszeiten, den äuſseren und inneren Umständen u. s. w., kleinen, kurzdauernden Schwankungen unterliegt, mag man diese nun als Schwankungen der Aufmerksamkeit oder sonstwie bezeichnen. Nähert sich die Festigkeit des Gelernten dem gewünschten Punkt, und es tritt ein vorübergehender Moment besonderer Lucidität ein, so erhascht man die Reihe gewissermaſsen im Fluge, oft zur eigenen

Verwunderung, aber man kann sie nicht lange festhalten. Durch das Dazwischentreten eines Moments besonderer Schwerfälligkeit wird umgekehrt die fehlerlose Reproduktion eine Weile hinausgeschoben, obgleich man wohl fühlt, dafs man die Reihe „eigentlich“ beherrscht und sich ebenfalls wundert über die immer wieder auftretenden Stockungen. Im ersten Falle bleibt die Reihe trotz der Gleichheit des äufserlich Erscheinenden etwas unter dem Niveau der durchschnittlich hiermit verbundenen inneren Festigkeit, im zweiten geht sie etwas darüber hinaus, und man kann, wie gesagt, höchstens die plausible Vermutung aufstellen, dafs diese Abweichungen sich bei gröfseren Gruppen von Reihen kompensieren werden.

Die andere Fehlerquelle kann ich nur als eine möglicherweise vorhandene, dann aber als eine sehr gefährliche bezeichnen. Das ist der geheime Einflufs von sich bildenden Theorien und Ansichten. Eine Untersuchung pflegt auszugehen von bestimmten Voraussetzungen in Betreff der Resultate. Ist das aber auch von vornherein nicht der Fall, so bilden sich diese allmählich, falls man gezwungen ist, alleine zu experimentieren. Denn es ist unmöglich, die Untersuchung längere Zeit fortzuführen, ohne von den Resultaten Kenntnis zu nehmen. Man mufs wissen, ob die Fragestellung eine richtige war, oder ob sie vielleicht einer Ergänzung oder Korrektur bedarf; man mufs die Schwankungen der Resultate kontrollieren, um die Einzelbeobachtungen so lange fortzusetzen, dafs der Mittelwert die für den jeweiligen Zweck erforderliche Sicherheit erhält. Dabei ist es unvermeidlich, dafs sich nun hinterher an der Anschauung der Zahlen Vermutungen entwickeln über die Gesetzmäfsigkeit, die in ihnen verborgen sein könnte und — einstweilen noch unvollkommen — zur Erscheinung kommt. Bei der Fortsetzung der Untersuchungen bilden dann diese Vermutungen ebenso wie die anfänglich

schon vorhandenen ein komplicierendes Moment, welches auf den ferneren Ausfall der Resultate wahrscheinlich einen gewissen Einfluſs übt. Selbstverständlich meine ich keine irgendwie bewuſste Beeinflussung, sondern ein ähnliches Geschehen, wie wenn man sich Mühe giebt, recht unbefangen zu sein oder sich eines Gedankens zu entschlagen und eben dadurch Gedanken und Befangenheit erst recht nährt. Man geht den Resultaten mit einer halbwegs anticipierenden Kenntnis, mit einer Art von Erwartung entgegen. Dadurch, daſs man sich immer wieder sagt, dieselbe dürfe natürlich die Unbefangenheit der Untersuchung nicht alterieren, geschieht dies doch nicht ohne weiteres, vielmehr bleibt sie und spielt in der inneren Gesamtattitüde ihre Rolle. Jenachdem man merkt (und im allgemeinen merkt man dies ja während des Lernens), daſs sie sich bestätigt oder nicht bestätigt, wird man, wenn auch in noch so geringem Grade, eine Art Vergnügen oder Überraschung empfinden. Und sollte nicht, trotz der gröſsten Gewissenhaftigkeit, die Überraschung über besonders auffallende Abweichungen nach oben oder nach unten ganz unwillkürlich dahin führen, daſs man sich dort etwas mehr zusammennimmt, hier etwas mehr gehen läſst, als ohne jede Kenntnis oder Voraussetzung von der präsumtiven Gröſse des Resultats geschehen wäre? Ich kann nicht behaupten, daſs dies immer oder auch nur häufig der Fall sei, da es sich nicht um direkt zu Beobachtendes handelt, und da zahlreiche Resultate, bei denen man eine solche geheime Beugung der Wahrheit am ehesten erwarten sollte, eine evidente Unabhängigkeit zeigen. Ich muſs nur sagen: nach unserer sonstigen Kenntnis von der menschlichen Natur müssen wir auf solche Machinationen, sozusagen, gefaſst sein, und bei Untersuchungen, bei denen die jeweilige innere Haltung von viel gröſserer Bedeutung ist, als z. B. bei Experimenten über Sinnesempfin-

dungen, müssen wir ihren möglichen täuschenden Einfluſs besonders aufmerksam im Auge behalten.

Man erkennt, wie sich dieser Einfluſs im allgemeinen äuſsern würde. Bei mittleren Werten würde er auf die Beschneidung der Extreme hinzielen, bei solchen, bei denen man eine erhebliche Gröſse oder eine erhebliche Kleinheit voraussieht, auf eine weitere Erhöhung resp. Herabdrückung der Zahlen. Eine sichere Vermeidung des Einflusses ist nur da zu hoffen, wo die Versuche von zwei Personen gemeinsam angestellt werden, von denen eine für geraume Zeit das Lernen über sich ergehen lieſse, ohne nach Zweck und Resultaten desselben zu fragen. Anderenfalls kann man sich auf Umwegen, und dann vermutlich nur teilweise, helfen. Man kann die genauen Resultate, wie ich immer gethan habe, wenigstens möglichst lange vor sich selbst verbergen; man kann die Untersuchung ausdehnen auf möglichst extreme Werte der Veränderlichen, sodaſs die eventuelle Beugung der Wahrheit immer schwieriger wird und relativ immer belangloser; und man kann endlich möglichst vielfache und für unsere Einsicht von einander unabhängige Fragen stellen, in der Erwartung, daſs dadurch das wahre Verhalten des innerlich Zusammenhängenden sich doch schlieſslich Bahn brechen werde.

Wie weit nun bei den im folgenden mitgeteilten Resultaten die besprochene Fehlerquelle eine Trübung herbeigeführt hat, entzieht sich natürlich genauerer Schätzung. Die absolute Gröſse der Zahlen wird durch sie zweifellos vielfach tangiert sein, allein da die Absicht der Untersuchungen einstweilen nirgendwo auf die genaue Bestimmung absoluter Zahlen gerichtet sein konnte, sondern auf die Gewinnung komparativer (allerdings numerisch komparativer) und verhältnismäſsig immer noch allgemeiner Resultate, so ist kein Grund zu allzu ängstlichem Miſstrauen gegeben. In einem wichtigen Falle (§ 38)

konnte ich mich direkt vergewissern, daſs durch Ausschluſs jedes Wissens der Charakter der Resultate keine Veränderung erlitt; wo, in einem anderen Falle, ich selbst einen Zweifel nicht ausschlieſsen konnte, habe ich ihn ausdrücklich hervorgehoben. Jedenfalls wird derjenige, der a priori geneigt ist, den unwillkürlichen Einfluſs geheimer Wünsche auf die geistige Gesamthaltung sehr hoch zu veranschlagen, billigerweise auch berücksichtigen müssen, daſs der geheime Wunsch, sachliche Wahrheiten zu finden und nicht mit unverhältnismäſsiger Mühe Geschöpfe der eigenen Phantasie auf thönerne Füſse zu setzen, in dem verwickelten Getriebe jener möglichen Beeinflussungen ebenfalls eine Stelle beanspruchen darf.

§ 15.

Messung der gebrauchten Arbeit.

Die Anzahl der Wiederholungen, welche für das Auswendiglernen einer Reihe bis zur erstmöglichen Reproduktion erforderlich war, bestimmte ich ursprünglich nicht direkt durch Nachzählen derselben, sondern indirekt durch Messung der Zeit in Sekunden, welche für das Lernen gebraucht wurde. Ich wollte so die mit dem Nachzählen eventuell verbundene Zerstreuung vermeiden und konnte ja andrerseits voraussetzen, daſs Proportionalität bestehen würde zwischen den Zeiten und der jedesmaligen Anzahl der in bestimmtem Rhythmus geschehenden Wiederholungen. Als eine ganz genaue kann man diese Proportionalität freilich von vornherein nicht erwarten, da bei der Messung der Zeit die Momente des Stockens und Besinnens mitgemessen werden, bei dem Zählen der Wiederholungen nicht. Schwierige Reihen, bei denen ja die Stockungen relativ häufiger sein werden,

bekommen dadurch bei der Messung der Zeiten verhältnismäfsig gröfsere, leichte Reihen verhältnismäfsig kleinere Zahlen als bei Bestimmung der Wiederholungen. Allein bei gröfseren Gruppen von Reihen darf man offenbar ein leidlich gleichartiges Vorkommen der schwierigen und leichten Reihen voraussetzen, sodafs sich für jede Gruppe die Abweichungen von der Proportionalität in derselben Weise kompensieren würden.

Als für bestimmte Versuche das direkte Abzählen der Wiederholungen dennoch notwendig wurde, habe ich mich folgenden Verfahrens bedient. Kleine hölzerne Kugelkappen von ca. 14 mm Durchmesser und 4 mm gröfster Dicke, die in der Mitte durchbohrt waren (sogenannte Knopfformen), wurden auf eine so starke Schnur gezogen, dafs sie sich an derselben noch bequem verschieben liefsen, aber nicht von selbst hin- und hergleiten konnten. Jedes zehnte Holzstückchen war schwarz, die übrigen hatten ihre Naturfarbe. Während des Lernens wurde die Schnur in den Händen gehalten und bei jeder neuen Wiederholung ein Holzstückchen um einige Centimeter von links nach rechts verschoben. Konnte die Reihe hergesagt werden, so genügte, bei der dekadischen Einteilung der Holzstückchen, ein Blick auf die Schnur, um die Anzahl der erforderlich gewesenen Wiederholungen zu erfassen. Die Manipulation erforderte so wenig Aufmerksamkeit, dafs an den Mittelwerten der (immer gleichzeitig notierten) gebrauchten Zeiten keine Verlängerung gegen früher wahrzunehmen war.

Durch diese gleichzeitige Messung der Zeit und der Wiederholungen wurde beiläufig Gelegenheit gegeben, das, was über das Verhältnis der beiden zu einander vorauszusehen war und soeben angedeutet wurde, zu bestätigen und genauer zu präcisieren. Bei genauer Innehaltung des vorgeschriebenen Rhythmus von 150 Schlägen auf die Minute müfste auf jede Silbe eine Zeit von 0,4 Sekunden entfallen, und bei Unter-

brechung des einfachen Lesens der Reihen durch Versuche, sie auswendig herzusagen, müfste diese Zeit wegen der unvermeidlichen Stockungen eine mäfsige und durchschnittlich gleiche Verlängerung erfahren. Dies zeigte sich im allgemeinen aber nicht ganz genau bestätigt, vielmehr ergaben sich folgende Modifikationen.

Bei vorwiegendem Durchlesen der Reihen fand leicht ein gewisses Drängen, eine Beschleunigung des Rhythmus statt, die, ohne zum Bewufstsein zu kommen, doch im ganzen den Durchschnitt der auf jede Silbe fallenden Zeit noch unter den Normalwert 0,4 herabdrückte. Bei Abwechslung von Durchlesen und Hersagen dagegen war die eintretende Verlängerung nicht überall annähernd gleich, sondern bei gröfserer Länge der Reihen wesentlich gröfser. Es trat in diesem Falle, da die Schwierigkeit mit wachsender Länge sehr rasch zunimmt, wiederum unwillkürlich und direkt nicht bemerkbar, eine Verlangsamung des Tempos ein. Beides wird durch folgende Zusammenstellung einiger Zahlen illustriert.

Reihen von 16 Silben wurden vorwiegend gelesen	Dabei entfiel auf jede Silbe durchschnittlich eine Zeit von	Zahl der Reihen	Zahl der Silben
8 mal	0,398 Sek.	60	960
16 „	0,399 „	108	1728

Reihen von x Silben	wurden teils gelesen, teils versuchsweise hergesagt durchschnittlich y mal	Dabei entfiel auf jede Silbe durchschnittlich eine Zeit von z Sekunden	Zahl der Reihen	Zahl der Silben
x =	y =	z =		
12	18	0,416	63	756
16	31	0,427	252	4032
24	45	0,438	21	504
36	56	0,459	14	504

Sobald übrigens die Richtung dieser Abweichungen von genauer Proportionalität bemerkt wurde, trat bei dem Lernen eine gewisse bewufste Reaktion gegen sie ein.

Endlich zeigte sich noch, dafs die wahrscheinlichen Fehler der Zeitbestimmungen verhältnismäfsig etwas gröfser ausfielen als diejenigen der Wiederholungen. Dieses Verhalten ist wohl verständlich, wenn man sich des vorhin Auseinandergesetzten erinnert. Bei der Messung der Zeiten müssen die gröfseren Werte, die natürlich an den schwierigeren Reihen gewonnen wurden, relativ noch etwas gröfser ausfallen als bei Zählung der Wiederholungen, weil sie relativ am meisten durch Stockungen verlängert werden; die kleineren Zeiten umgekehrt werden relativ etwas kleiner sein als die kleineren Anzahlen von Wiederholungen, weil sie im allgemeinen den leichteren Reihen entsprechen werden. Die Streuung der Werte für die Zeiten ist also gröfser als die der Werte für die Wiederholungen.

Die Differenzen der beiden Bestimmungsweisen sind, wie man sieht, erheblich genug, um unter Umständen, bei sehr genauen Untersuchungen, zu verschiedenen Resultaten zu führen. Bei den bisher gewonnenen Ergebnissen ist das nicht der Fall; es ist also für das folgende einerlei, ob man sich an die Zahl der Sekunden oder die der Wiederholungen hält.

Welche Art des Messens die richtigere sei, d. h. ein adäquateres Mafs der aufgewandten psychischen Arbeit, läfst sich a priori nicht ausmachen. Man kann sagen, die Einprägung finde lediglich durch die Wiederholungen statt; sie seien also das, worauf es ankomme; eine stockende Wiederholung sei ebenso gut wie eine glatt verlaufende nur eine einmalige Vorführung der Reihe, und beide müfsten gleich gezählt werden. Allein andererseits kann man doch bezweifeln, dafs die Momente des Besinnens reiner Verlust seien.

Es findet in ihnen jedenfalls meist eine gewisse Energieentfaltung statt: einerseits eine sehr rapide nochmalige Zusammenfassung des unmittelbar Zurückliegenden, ein neuer Anlauf sozusagen, um über den Punkt des Anstofses hinwegzukommen, andererseits eine erhöhte Anspannung der Aufmerksamkeit für das Folgende. Wenn hiermit, wie doch wahrscheinlich, eine festere Einprägung der Reihen an den betreffenden Stellen verbunden ist, so haben diese Momente auch Anspruch auf Berücksichtigung, die ihnen nur durch Messung der Zeiten zu teil wird.

Erst wenn einmal irgendwo eine erhebliche Verschiedenheit der durch die beiden Messungsweisen erhaltenen Resultate zu Tage tritt, wird man die eine Art vor der anderen bevorzugen können. Man wird dann diejenige wählen, welche die einfachere Formulierung der betreffenden Resultate gestattet.

§ 16.

Perioden der Versuche.

Die Versuche sind in zwei Perioden, nämlich in den Jahren 1879/80 und 1883/84 angestellt worden und erstreckten sich jedesmal reichlich über ein Jahr. Den definitiven Versuchen der ersten Periode waren während geraumer Zeit tastende Versuche ähnlicher Art vorangegangen, sodafs für alle mitgeteilten Resultate die Zeit der wachsenden Übung wesentlich als überwunden angesehen werden darf. Zu Beginn der zweiten Periode wurde auf eine erneute Einübung Bedacht genommen. Diese zeitliche Verteilung der Versuche, mit einer trennenden Zwischenzeit von über drei Jahren, giebt die erwünschte Möglichkeit einer gewissen gegenseitigen Kontrolle mancher Resultate. Freilich sind dieselben nicht vollkommen

Gruppierung der Resultate mufs dadurch ebenfalls eine unsymmetrische werden und kann also dem Fehlergesetz nicht entsprechen. Solche Bedingungen sind z. B. die abnehmende geistige Frische, die zuerst sehr schnell, dann immer langsamer einer gewissen Ermüdung Platz macht, sodann die Schwankungen der Aufmerksamkeit. Die Verlangsamung des Lernens durch eine aufsergewöhnliche Zerstreuung kennt sozusagen keine Grenzen; die Lernzeit einer Reihe kann durch sie gelegentlich auf das doppelte und mehr ihres mittleren Betrages gesteigert werden. Der entgegengesetzte Effekt einer aufsergewöhnlichen Anspannung dagegen kann, der Natur der Sache nach, ein gewisses Mafs nie überschreiten; er kann nie etwa einmal die Lernzeit auf Null reducieren.

Nimmt man dagegen Gruppen von jedesmal gleich viel unmittelbar hinter einander gelernten Reihen, so können für diese jene störenden Schwankungen als wegfallend oder beinahe wegfallend betrachtet werden. Die allmähliche Abnahme der geistigen Frische wird bei einer Gruppe ungefähr in derselben Weise geschehen wie bei einer anderen. Die Schwankungen der Aufmerksamkeit nach oben und nach unten, die während einer Viertel- oder halben Stunde unter sonst gleichen Umständen vorkommen, werden zusammengerechnet heute ungefähr denselben mittleren Effekt haben wie morgen. Man wird also nur fragen können: zeigen die Zeiten, welche für das Lernen gleicher Gruppen von Reihen erforderlich waren, die gewünschte Verteilung?

Diese Frage kann ich mit befriedigender Sicherheit bejahen. Die beiden gröfsten Reihen von unter gleichen Umständen gewonnenen Zahlen, die ich besitze, sind zwar noch nicht grofs, in dem Sinne, in dem die Theorie dies voraussetzt; sie leiden ferner an dem Übelstand, dafs sie aus verhältnismäfsig langen Zeitperioden stammen, in denen natür-

IV.

Die Brauchbarkeit der Durchschnittszahlen.

---

§ 17.

Gruppierung der Versuchsresultate.

Die erste Frage, welche aus den in der beschriebenen Weise angestellten Untersuchungen eine Antwort erwartet, ist nach den Erörterungen von §§ 7 und 8 die nach der Natur der gewonnenen Durchschnittszahlen. Sind die immerhin schwankenden Zeiten, welche erforderlich waren, um Reihen von bestimmter Länge unter möglichst gleichen Umständen gerade auswendig zu lernen, so gruppiert, daſs man ihre Mittelwerte mit Wahrscheinlichkeit als Maſszahlen im physikalischen Sinne ansehen darf oder nicht?

Geschehen die Versuche in der oben auseinandergesetzten Art, sodaſs nämlich immer mehrere Reihen unmittelbar hintereinander gelernt werden, so wird man bei den Zeiten, die für das Lernen der einzelnen Reihen erforderlich waren, eine solche Gruppierung von vornherein nicht wohl erwarten dürfen. Denn bei längerer Dauer des Lernens treten bei den einzelnen Reihen variable Bedingungen ins Spiel, deren Schwankungen wir, nach unserer Kenntnis von ihnen, nicht als symmetrisch um einen Mittelwert voraussetzen können. Die

die oberhalb liegenden dafür etwas an Gröfse der Abweichung: von den acht gröfsten Abweichungen liegen nur zwei von dem Mittelwert nach unten. Der soeben angedeutete Einflufs der Aufmerksamkeit, deren Schwankungen bei den Einzelreihen gröfsere Abweichungen nach oben als nach unten bewirken, ist also hier durch die Zusammenfassung mehrerer Reihen noch nicht ganz kompensiert worden.

Erheblich verbessert zeigt sich die Sicherheit der Beobachtungen und die Übereinstimmung ihrer Verteilung mit der theoretisch geforderten bei der zweiten gröfseren Versuchsreihe. Dieselbe umfafst die Resultate von 84 Versuchen aus den Jahren 1883/84. Jeder Versuch bestand in dem Lernen von je sechs Reihen zu 16 Silben, jedesmal bis zum ersten fehlerfreien Hersagen. Die hierzu erforderliche Gesamtzeit betrug im Mittel 1261 Sekunden mit dem wahrscheinlichen Beobachtungsfehler $\pm$ 48,4; d. h. die Hälfte aller 84 Zahlen fällt in das Intervall 1213 bis 1309. Die Genauigkeit der Beobachtungen war also gegen früher erheblich gesteigert*:

* Die hier erreichte Genauigkeit vermag natürlich keinen Vergleich mit physikalischen, wohl aber mit physiologischen Messungen auszuhalten, an die man naturgemäfs auch zunächst denken wird. Zu den genauesten Messungen der Physiologie gehören die letzten Bestimmungen der Geschwindigkeit der Nervenleitung durch v. Helmholtz und Baxt. Eine als Beispiel für ihre Genauigkeit mitgeteilte Versuchsreihe dieser Untersuchungen (Mon. Ber. d. Berl. Akad. 1870, S. 191) giebt nach entsprechender Berechnung einen Mittelwert 4,268 mit dem wahrscheinlichen *Beobachtungsfehler* 0,101. Das von diesem eingeschlossene Intervall beträgt also 5 % des Mittelwertes. Alle früheren Bestimmungen sind bei weitem ungenauer. Bei der sichersten Versuchsreihe der ersten durch v. Helmholtz angestellten Messungen berechnet sich jenes Intervall auf ca. 50 % des Mittelwertes (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1850, S. 340). Auch die Physik mufs sich übrigens, bei erstmaligen Untersuchungen, oft mit einer geringen Sicherheit ihrer Zahlen begnügen. Bei den ersten Bestimmungen des mechanischen Äquivalents der Wärme fand Joule die Zahl 838 m. d. wahrsch. *Beobachtungsfehler* 97. (Phil. Mag. 1843, S. 435 ff.)

das von dem wahrscheinlichen Fehler eingeschlossene Intervall beträgt nur mehr $7^1/_2$ % des Mittelwertes, gegen 14 % bei den älteren Versuchen. Im einzelnen verteilen sich die Zahlen so:

Es fallen innerhalb	d. h. innerhalb der Abweichung	Anzahl der Abweichungen	
		gezählt	berechnet
$^1/_{10}$ *w*	± 4	4	4,5
$^1/_6$ *w*	± 8	7	7,6
$^1/_4$ *w*	± 12	12	11,3
$^1/_2$ *w*	± 24	23	22,2
w	± 48	44	42
$1^1/_2$ *w*	± 72	57	57,8
2 *w*	± 96	68	69
$2^1/_2$ *w*	± 121	75	76
3 *w*	± 145	81	80

Auch die Symmetrie der Verteilung ist hier, wenn man absieht von den Zahlen, die wegen ihrer Kleinheit nicht ins Gewicht fallen, befriedigend gewahrt.

Es fallen innerhalb	Abweichungen	
	nach unten	nach oben
$^1/_6$ *w*	5	2
$^1/_4$ *w*	7	5
$^1/_2$ *w*	13	10
w	20	24
$1^1/_2$ *w*	28	29
2 *w*	34	34
$2^1/_2$ *w*	37	38
3 *w*	40	41

Die absolut gröfste Abweichung ist eine solche nach unten.

Wurden also mehrere unserer Silbenreihen zu Gruppen vereinigt und dann einzeln gelernt, so fielen zwar bei wiederholten Versuchen die Zeiten, welche für das Lernen einer ganzen Gruppe erforderlich waren, sehr verschieden von

einander aus, aber trotzdem gruppierte sich ihre ganze Masse in eben derselben Weise wie die, untereinander ebenfalls differierenden, Werte, welche man bei Beobachtung begrifflich gleichartiger naturwissenschaftlicher Vorgänge erhält. Es darf also, mindestens versuchsweise, als erlaubt gelten, die aus mehreren jener Versuchszahlen gewonnenen Durchschnittswerte für die Feststellung ursächlicher Beziehungen ganz ebenso zu verwerten wie die Naturwissenschaft dies mit ihren Mittelwerten thut.

Die Anzahl von Silbenreihen, welche dabei zu einer Gruppe, zu einem Versuch, zusammenzufassen sind, ist natürlich durch nichts bestimmt. Man wird nur erwarten, daſs mit wachsender Anzahl auch die Übereinstimmung zwischen der Gruppierung der gefundenen Zeiten und dem Fehlergesetz eine gröſsere werde, und man wird praktisch diese Anzahl so groſs zu nehmen suchen, daſs eine noch weitere Steigerung derselben und die dadurch erzielte noch gröſsere Übereinstimmung nicht mehr für den Mehraufwand von Zeit entschädigt, den sie erfordert. Verringert man die Zahl der Reihen jedes Versuchs, so wird voraussichtlich auch die gewünschte Übereinstimmung unvollkommener. Man wird indes verlangen, daſs auch dann die Annäherung an die theoretisch geforderte Verteilung der Zahlen immer noch erkenntlich bleibe.

Auch dieser Forderung aber wird durch die gefundenen Zahlen Genüge geleistet. Bei den beiden eben beschriebenen gröſsten Versuchsreihen habe ich die Zeiten untersucht, welche für das Lernen der ersten Hälfte jedes Versuchs erforderlich waren. Bei der älteren Reihe sind dies also die Lernzeiten für jedesmal 4, bei der jüngeren für jedesmal 3 Silbenreihen zusammengenommen. Es fand sich:

1. bei der älteren Reihe: Mittelwert (m) 533, wahrscheinlicher Beobachtungsfehler (w_b) 51,

Verteilung der Einzelwerte

Es fallen innerhalb	d. h. innerhalb der Abweichung	Anzahl der Abweichungen		Von den Abweichungen fallen	
		gezählt	berechnet	nach unten	nach oben
$^1/_{10}$ w	± 5	2	5	2	0
$^1/_6$ w	± 8	4	8,2	3	1
$^1/_4$ w	± 12	6	12,3	4	2
$^1/_2$ w	± 25	21	24,3	9	12
w	± 51	48	46	24	24
$1^1/_2$ w	± 76	61	63,4	30	31
2 w	± 102	76	75,6	37	39
$2^1/_2$ w	± 127	85	83,6	42	43
3 w	± 153	89	88	45	44

2. bei der jüngeren Reihe: $m = 620$, $w_b = \pm 44$;

Verteilung der Einzelwerte

Es fallen innerhalb	d. h. innerhalb der Abweichung	Anzahl der Abweichungen		Von den Abweichungen fallen	
		gezählt	berechnet	nach unten	nach oben
$^1/_{10}$ w	± 4	3	4,5	1	2
$^1/_6$ w	± 7	5	7,6	3	2
$^1/_4$ w	± 11	11	11,3	6	5
$^1/_2$ w	± 22	25	22,2	13	12
w	± 44	44	42	21	23
$1^1/_2$ w	± 66	56	57,8	29	27
2 w	± 88	71	69	38	33
$2^1/_2$ w	± 110	76	76	41	35
3 w	± 132	79	80	42	37

Durch beide Tabellen wird die eben gemachte Voraussetzung einer minder vollkommenen aber immer noch ersichtlichen Übereinstimmung zwischen der beobachteten und berechneten Gruppierung der Zahlen wohl bestätigt.

Ganz dieselbe annähernde Übereinstimmung nun wird auch vorausgesetzt werden müssen, wenn zwar nicht weniger

Reihen zu einem Versuch zusammengenommen werden, wohl aber die Gesamtzahl der Versuche eine geringere ist. Auch hierfür füge ich noch einige bestätigende Übersichten bei.

Aus der Zeit der älteren Versuche besitze ich zwei gröſsere Versuchsreihen, die im übrigen unter gleichen Umständen wie die oben erwähnte Reihe, aber zu den späteren Tageszeiten *B* und *C* gewonnen worden sind.

Die eine (*B*) umfaſst 39 Versuche mit je sechs, die andere (*C*) 38 Versuche mit je acht Einzelreihen, jede Einzelreihe zu 13 Silben. Es fand sich:

1. für die Versuche der Zeit *B*: $m = 871$, $w_b = \pm 63$.

Verteilung der Einzelwerte

Es fallen innerhalb	Anzahl der Abweichungen	
	gezählt	berechnet
$^1/_4$ *w*	4	5
$^1/_2$ *w*	10	10,3
w	21	19,5
$1^1/_2$ *w*	28	26,8
2 *w*	32	32
$2^1/_2$ *w*	35	35,4
3 *w*	37	37,3

2. für die Versuche der Zeit *C*: $m = 1258$, $w_b = \pm 60$.

Verteilung der Einzelwerte

Es fallen innerhalb	Anzahl der Abweichungen	
	gezählt	berechnet
$^1/_4$ *w*	7	5
$^1/_2$ *w*	10	10
w	19	19
$1^1/_2$ *w*	26	26
2 *w*	31	31
$2^1/_2$ *w*	34	34 5
3 *w*	36	36,4

Aufserdem erwähne ich noch eine Reihe von nur 20 Versuchen, mit der ich diese Übersichten abschliefse. Jeder Versuch bestand in dem Lernen von acht dreizehnsilbigen Einzelreihen, welche gerade einen Monat vorher schon einmal gelernt worden waren. Das Mittel betrug in diesem Falle 892 Sekunden mit dem wahrscheinlichen Beobachtungsfehler 54. Die Einzelwerte gruppieren sich folgendermafsen:

Es fallen innerhalb	Anzahl der Abweichungen	
	gezählt	berechnet
$^1/_4\ w$	3	2,7
$^1/_2\ w$	5	5,3
w	10	10
$1^1/_2\ w$	12	13,8
$2\ w$	17	16,5
$2^1/_2\ w$	19	18,2
$3\ w$	20	19,1

Die Übereinstimmung zwischen der theoretischen Berechnung und der Zählung der Abweichungen ist in allen diesen Fällen noch eine so gute, dafs man auch bei einer noch geringeren Anzahl von Versuchen den Mittelwerten — selbstverständlich immer nur mit Berücksichtigung der weiten Fehlergrenzen — eine Verwertbarkeit in dem oben mehrfach besprochenen Sinne zugestehen wird.

§ 18.

Gruppierung der Resultate für die einzelnen Reihen.

Die vorhin ausgesprochenen Vermutungen über die Gruppierung der für das Lernen der einzelnen Reihen erforderlichen Zeiten waren natürlich nicht blofs theoretische Voraussetzungen, sondern bereits bestätigt durch die Betrachtung

thatsächlich gefundener Gruppierungen. Die beiden erwähnten gröſseren Versuchsreihen von 92 Versuchen zu acht und 84 Versuchen zu sechs Einzelreihen, also mit 736 und 504 Einzelwerten, geben dabei der Beurteilung eine genügend breite Unterlage. Beide Zahlengruppen zeigen nun und zwar beide in ganz analoger Weise, folgende Eigentümlichkeiten:

1. Die Streuung der Werte von ihrem arithmetischen Mittel nach oben ist merklich lockerer und reicht namentlich bedeutend weiter als nach unten. Die entferntesten Werte nach oben liegen 2-, resp. 1,8 mal soweit von dem Mittel wie die entferntesten nach unten.

2. Durch dieses Überwiegen hoher Zahlen wird das Mittel aus der Gegend der dichtesten Scharung etwas nach oben abgelenkt, und dadurch wiederum bekommen die Abweichungen nach unten an Zahl das Übergewicht. Es entfallen 404 resp. 266 Abweichungen nach unten auf 329 resp. 230 nach oben.

3. Die Anzahl der Abweichungen von der Stelle gröſster Dichtigkeit aus nach beiden Seiten nimmt nicht gleichmäſsig ab — wie man doch bei verhältnismäſsig so hohen Gesamtzahlen sehr annähernd erwarten sollte —, sondern es zeigen sich deutlich noch mehrere Maxima und Minima der Anhäufung. Es waren demnach bei der Erzeugung der Einzelwerte, d. h. also bei dem Lernen der e i n z e l n e n Reihen, konstante Fehlerursachen im Spiel, welche teils eine unsymmetrische Streuung der Zahlen bewirkten, teils eine Anhäufung derselben in gewissen Gegenden begünstigten, und man kann nach den vorangegangenen Untersuchungen dieses Abschnitts nur voraussetzen, daſs sich diese Einflüsse bei Zusammenfassung der Werte für mehrere hintereinander gelernte Reihen allmählich kompensierten.

Als wahrscheinliche Ursache der unsymmetrischen Verteilung

machte ich schon die eigentümliche Verschiedenheit der Wirkung grofser Aufmerksamkeits- und grofser Zerstreuungsgrade geltend (S. 48). Die Ursache der mehrfachen Anhäufung von Werten zu beiden Seiten des Mittels wird man unschwer in der Stellung der einzelnen Reihen innerhalb jedes Versuchs vermuten. Summiert man bei einer gröfseren Versuchsreihe die Werte für die sämtlichen ersten, die sämtlichen zweiten, dritten u. s. w. Reihen und nimmt aus diesen Summen jedesmal das Mittel, so fallen, wie man voraussieht, diese Mittel merklich verschieden aus. Die Einzelwerte jeder Summe gruppieren sich nun zwar nur mit mäfsiger Annäherung nach dem Fehlergesetz um ihr Mittel, allein sie liegen doch ungefähr in seiner Gegend am dichtesten zusammen, und diese einzelnen Anhäufungen müssen sich nachher auch in der Gesamtmasse noch wieder zeigen.

Man wird ergänzend hinzufügen: wegen der, im Laufe eines Versuchs allmählich zunehmenden geistigen Ermüdung müfsten jene Mittelwerte mit wachsender Ordnungszahl der Reihen immer gröfser werden; man trifft aber damit nicht den eigentümlichen Sachverhalt.

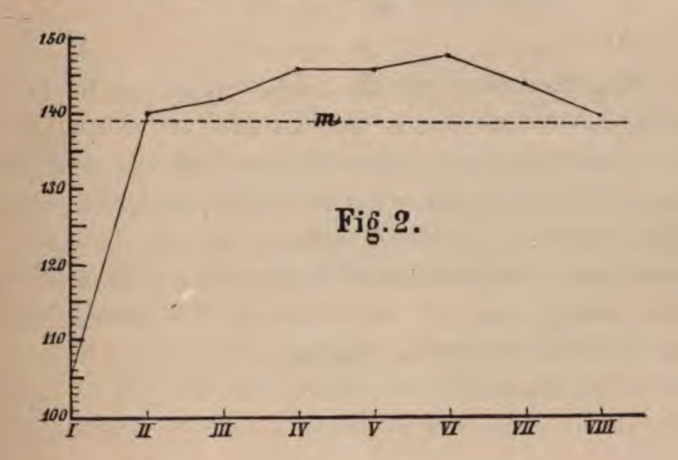


Fig. 2.

Nur in einem Falle nämlich habe ich etwas dieser Voraussetzung Entsprechendes konstatieren können, bei der grofsen und deshalb allerdings gewichtigen Versuchsreihe von 92 Versuchen mit acht dreizehnsilbigen Reihen. Bei dieser fanden sich für das Lernen der sämtlichen 92 ersten, zweiten u. s. w. Reihen die Mittelwerte 105, 140, 142, 146, 146, 148, 144, 140 Sekunden, deren relative Lage Fig. 2 veranschaulicht. Für alle übrigen Fälle, die ich untersuchte, ist dagegen vielmehr ein Gang der Zahlen typisch, wie er sich bei den 84 Versuchen mit sechs sechzehnsilbigen Reihen herausstellte und wie ihn Fig. 3 wiedergiebt.

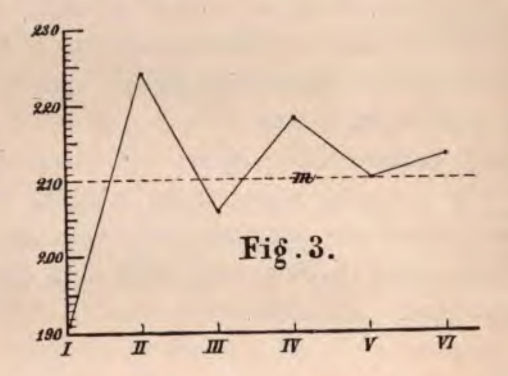
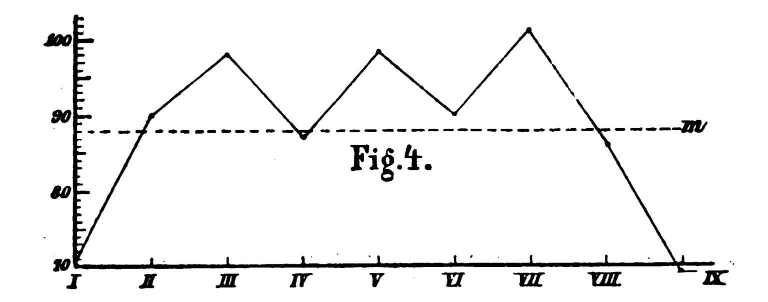


Fig. 3.

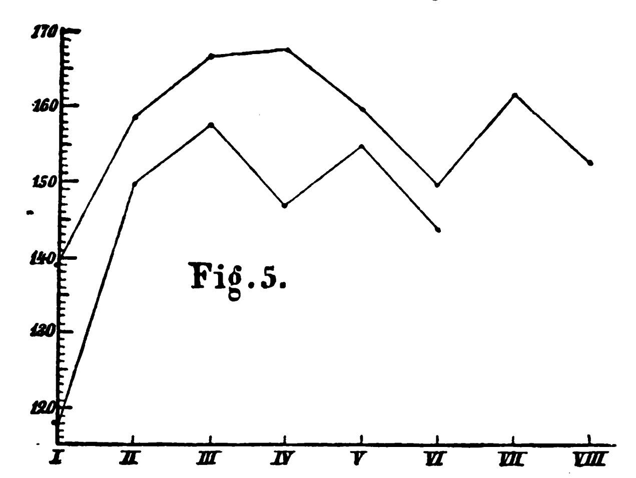
Die Mittel waren hier 191, 224, 206, 218, 210, 213 Sekunden. Dieselben setzen, wie man sieht, ziemlich tief unter dem Gesamtmittel ein, erheben sich aber sofort zu einer Höhe über demselben, die im weiteren Verlauf des Versuchs nicht wieder erreicht wird, und oscillieren dann in ziemlich beträchtlichen Schwankungen auf und nieder. Einen ganz analogen Gang zeigen z. B. die Zahlen bei 7 Versuchen mit je neun zwölfsilbigen Reihen, nämlich:

71, 90, 98, 87, 98, 90, 101, 86, 69 (Fig. 4),



ferner die Werte für 39 Versuche mit sechs dreizehnsilbigen Reihen, die zur Zeit *B* gewonnen wurden

(118, 150, 158, 147, 155, 144 — Fig. 5 untere Kurve),



diejenigen für 38 Versuche mit acht 13silbigen Reihen der Zeit *C* (139, 159, 167, 168, 160, 150, 162, 153 — Fig. 5 oben),

sowie endlich die aus 7 Versuchen mit je sechs Stanzen des Byronschen Don Juan erhaltenen Zahlen (189, 219, 171, 204, 183, 229) u. s. w.

Ja, auch bei der ersterwähnten widersprechenden Gruppe von Versuchen zeigt sich eine übereinstimmende Gruppierung der Einzelmittel mit der sonst allgemein gefundenen, wenn

man die je 92 Reihen nicht alle zugleich in Rechnung zieht, sondern in einige Fraktionen teilt, d. h. also, wenn man Versuche zusammenfaſst, die sich zeitlich näher stehen und bei denen eine gröſsere Ähnlichkeit der Versuchsumstände vorausgesetzt werden kann.

Man darf natürlich aus diesen Zahlen nicht schlieſsen, daſs ein Einfluſs der allmählich zunehmenden geistigen Abspannung während der — je etwa 20 Minuten dauernden — Versuche nicht stattgefunden habe.

Man muſs nur sagen, daſs der vorauszusetzende Einfluſs der letzteren auf die Zahlen bei weitem übertroffen wird durch eine andere Tendenz, auf die man a priori nicht so leicht gekommen wäre, nämlich durch eine Tendenz, auf verhältnismäſsig niedrige Werte verhältnismäſsig hohe folgen zu zu lassen und umgekehrt. Es scheint eine Art periodischer Oscillation der geistigen Empfänglichkeit oder der Aufmerksamkeit zu bestehen, bei der dann die zunehmende Ermüdung sich so äuſsern würde, daſs die Schwankungen um eine allmählich sich verschiebende Mittellage geschehen*.

---

* Wenn es einmal von Interesse werden sollte, könnte man auch noch versuchen, die verschiedenen Effekte jener Tendenz in verschiedenen Fällen numerisch näher zu präcisieren. Ein Maſs nämlich für den Einfluſs der zahlreichen zufälligen Störungen, denen das Auswendiglernen von einem Tag zum anderen ausgesetzt ist, hat man in den wahrscheinlichen Beobachtungsfehlern der für R e i h e n g r u p p e n erhaltenen Zahlen. Wäre nun das Lernen der e i n z e l n e n Reihen im allgemeinen n u r denselben oder ähnlichen Schwankungen der Umstände ausgesetzt, wie sie von Versuch zu Versuch stattfinden, so müſste, nach den Grundsätzen der Fehlertheorie, ein aus den Einzelwerten direkt berechneter wahrscheinlicher Beobachtungsfehler sich zu dem eben erwähnten verhalten wie $1 : \sqrt{n}$, wo n die Anzahl der zu einem Versuch zusammengenommenen Einzelreihen bezeichnet. Machen sich aber bei dem Lernen dieser Einzelreihen, wie es in unserem Falle scheint, noch besondere Einflüsse geltend, welche die Werte stärker von einander treiben als es die sonstigen Schwan-

Nach diesen Orientierungen über die Art und die Verwendbarkeit der durch das Auswendiglernen gewonnenen Zahlen wenden wir uns nunmehr zu dem eigentlichen Zweck der Untersuchung, der numerischen Beschreibung von Kausalverhältnissen.

---

kungen der Umstände thun würden, so mufs das aus den Einzelwerten berechnete w_b etwas zu grofs ausfallen, das eben genannte Verhältnis also zu klein, und zwar beides um so mehr, je stärker solche Tendenzen wirken.

Eine Prüfung des thatsächlichen Verhaltens ist zwar etwas mühsam, bestätigt das Gesagte aber vollkommen. Bei den 84 Versuchen mit sechs sechzehnsilbigen Reihen ist $\sqrt{n} = 2{,}45$. Als wahrscheinlichen Beobachtungsfehler der 84 Versuchszahlen fanden wir 48,4. Der wahrscheinliche Beobachtungsfehler der 504 Einzelwerte ist 31,6. Der Quotient 31,6 : 48,4 ist 1,53; also nicht einmal $^2/_3$ des Wertes von $\sqrt{n}$.

V.

Die Schnelligkeit des Lernens von Silbenreihen als Funktion der Länge derselben.

§ 19.

Versuche der späteren Periode.

Es ist hinreichend bekannt, dafs die Einprägung von Vorstellungsreihen, die zu einer bestimmten späteren Zeit reproduciert werden sollen, um so schwieriger ist, je länger die Reihen sind. Das heifst, diese Einprägung erfordert nicht nur absolut genommen mehr Zeit bei gröfserer Länge der Reihen, weil eben jede Wiederholung länger dauert, sondern sie beansprucht auch verhältnismäfsig mehr Zeit, weil eine wachsende Anzahl von Wiederholungen nötig wird. Sechs Verse eines Gedichtes kosten, um gelernt zu werden, nicht nur dreimal soviel Zeit wie zwei, sondern erheblich mehr.

Ich habe dieses Abhängigkeitsverhältnis, welches sich natürlich auch bei der ebenmöglichen Reproduktion sinnloser Silbenreihen geltend macht, nicht eigens untersucht, aber beiläufig dafür einige Zahlen gewonnen, die, ohne besonders interessante Beziehungen darzubieten, immerhin der Mitteilung wert sind.

Die in Betracht gezogenen Reihen umfafsten (bei den Versuchen der Jahre 1883/84)
je 12, 16, 24 oder 36 Silben, und zwar waren hierbei
je 9, 6, 3 oder 2 Reihen jedesmal zu einem Versuch zusammengefafst.

Für die Anzahl von Wiederholungen, welche in diesen Fällen nötig waren, um die Reihen bis zur ersten fehlerfreien Reproduktion (diese mitgerechnet) zu lernen, fanden sich folgende Zahlen:

x Reihen	zu je y Silben	erforderten zusammen durchschnittlich z Wiederholungen	Wahrscheinlicher Fehler der Durchschnittswerte	Zahl der Versuche
x =	y =	z =		
9	12	158	± 3,4	7
6	16	186	± 0,9	42
3	24	134	± 2,9	7
2	36	112	± 4	7

Um die Anzahl der Wiederholungen vergleichbarer zu machen, mufs man sie, sozusagen, auf einen Generalnenner bringen und jedesmal durch die Zahl der Reihen dividieren. Man erfährt so, wieviel Wiederholungen verhältnismäfsig nötig waren, um einzelne Reihen gerade auswendig zu lernen, die sich nur durch die Zahl der Silben von einander unterschieden und jedesmal mit soviel anderen derselben Art zusammengenommen waren, dafs die Dauer des ganzen Versuchs 15—30 Minuten betrug*.

---

* Man könnte einwenden, dafs durch diese Division auf die Durchschnittswerte für das Lernen der einzelnen Reihen zurückgegriffen und dafs damit das Resultat des vierten Abschnittes aufser Acht gelassen würde. Denn nach diesem durften zur Ermittelung von Abhängigkeitsbeziehungen zwar die Mittelwerte aus den für Reihengruppen aber nicht aus den für einzelne Reihen erhaltenen Zahlen verwandt wer-

Aufserdem aber kann man den Zahlen nach der Seite der abnehmenden Silben einen Abschlufs geben. Man kann fragen: wie grofs ist diejenige Zahl von Silben, welche unmittelbar nach einmaligem Durchlesen derselben gerade noch fehlerlos hergesagt werden kann? Für mich beträgt diese Anzahl ziemlich genau 7 Silben. Es gelingt zwar auch oft, 8 Silben wiederzugeben, aber nur zu Anfang der betreffenden Versuche und im ganzen in der grofsen Minorität der Fälle. Bei 6 Silben andererseits kommt sozusagen nie ein Fehler vor; bei ihnen ist also ein aufmerksames einmaliges Durchlesen schon zuviel Energieentfaltung für eine unmittelbar darauf folgende Reproduktion.

Fügt man also dieses letztere Gröfsenpaar hinzu, vollzieht die eben geforderte Division und bringt endlich die Wiederholung, die in dem letzten fehlerfreien Hersagen besteht, also nicht mehr auf das Lernen verwandt wurde, in Abzug, so ergiebt sich folgende Tabelle.

Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der bis zum ersten fehlerfreien Hersagen (excl.) erforderlichen Wiederholungen	Wahrscheinlicher Fehler
7	1	
12	16,6	± 1,1
16	30	± 0,4
24	44	± 1,7
26	55	± 2,8

---

den. Allein es wird gar nicht behauptet, dafs die oben durch Division zu gewinnenden Zahlen richtige Durchschnittswerte für die den einzelnen Reihen zukommenden Zahlen bildeten, d. h. dafs letztere sich gemäfs dem Fehlergesetz um sie gruppieren. Sondern die Zahlen sind als Durchschnittszahlen für Reihengruppen zu betrachten, bei denen nur zur besseren Vergleichung mit anderen ein Umstand, der der Natur der Sache nach nicht überall derselbe sein konnte, durch Division ausgeglichen ist.

Den regelmäſsigen Gang dieser — für die geringe Zahl der Versuche ziemlich sicheren — Zahlen veranschaulicht die gröſsere der nebenstehenden beiden Kurven. Wie sie zeigt, wuchs in den untersuchten Fällen die Anzahl der Wiederholungen, die für das Lernen von Reihen mit zunehmend gröſserer Silbenzahl nötig waren, auſserordentlich schnell mit der Zunahme der Silben. Namentlich zuerst ist der Anstieg der Kurve ein sehr steiler, weiterhin scheint er sich allmählich zu verflachen. Zur Bewältigung des Fünffachen von derjenigen Silbenzahl, die gerade noch nach einmaligem Durchlesen (d. h. etwa nach 3 Sekunden) reproduciert werden konnte, waren über 50 Wiederholungen notwendig, welche die ununterbrochene und anstrengende Arbeit einer Viertelstunde in Anspruch nahmen.

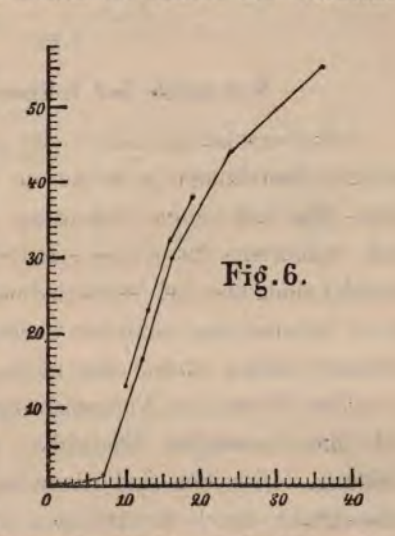


Fig. 6.

Die Kurve hat ihren natürlichen Ausgangspunkt im Nullpunkt der Koordinaten. Das kurze Anfangsstückchen bis zu dem Punkt x = 7, y = 1 kann man so deuten: um Reihen von 6, 5, 4 u. s. w. Silben auswendig hersagen zu können, ist natürlich immer ein einmaliges Durchlesen derselben erforderlich, aber dasselbe braucht (für mich) nicht, wie bei

---

Der ihre Sicherheit messende wahrscheinliche Fehler ist nicht aus den Zahlen für die Einzelreihen, sondern aus denen für die Reihengruppen berechnet.

7 Silben, mit möglichst gespannter Aufmerksamkeit zu geschehen, sondern kann immer flüchtiger sein, um je weniger Silben es sich handelt.

§ 20.

Versuche der früheren Periode.

Selbstverständlich haben die mitgeteilten — an einem einzigen Individuum gewonnenen Zahlen — auch nur für dieses eine Individuum Bedeutung. Es fragt sich, ob sie nun auch wenigstens für dieses Individuum von genereller Bedeutung sind, also bei Wiederholung der Versuche zu anderen Zeiten in annähernd ähnlicher Gröfse und Gruppierung wieder erwartet werden dürfen oder nicht.

Eine Reihe von Versuchsresultaten der älteren Periode giebt die erwünschte Möglichkeit einer Kontrolle in dieser Richtung. Dieselben sind wiederum beiläufig gewonnen (also unbeeinflufst durch Erwartungen und Voraussetzungen), und zwar aus Versuchen, die unter etwas anderen Umständen angestellt sind als die eben mitgeteilten. Die Tageszeit war eine frühere, aufserdem wurde das Lernen fortgesetzt, bis die einzelne Reihe *zwei* Mal hintereinander ohne Fehler hergesagt werden konnte. Ein Versuch umfafste

	15	Reihen	von	je	10	Silben
oder	8	„	„	„	13	„
„	6	„	„	„	16	„
„	4	„	„	„	19	„

Es sind also wiederum 4 verschiedene Reihenlängen in Betracht gezogen, dieselben liegen aber auf einer viel kürzeren Strecke zusammengedrängt.

Da die Wiederholungen — auf die es hier ankommt — in der älteren Periode überhaupt nicht gezählt wurden, so

mufste ihre Anzahl aus den Zeiten berechnet werden. Dazu ist die oben (S. 43) mitgeteilte Tabelle, nach entsprechender Interpolation, benutzt worden. Werden die gefundenen Zahlen gleich auf je eine Reihe reduciert und dabei die beiden Wiederholungen, welche das Hersagen ausmachen, wie oben, abgezogen, so ergiebt sich:

Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der bis zu zweimaligem fehlerfreien Hersagen (excl.) erforderlichen Wiederholungen	Wahrscheinlicher Fehler*	Anzahl der Versuche
10	13	± 1	16
13	23	± 0,5	92
16	32	± 1,2	6
19	38	± 2	11

Die kleinere Kurve der obigen Fig. 6 veranschaulicht graphisch die Lage dieser Zahlen. Wie man sieht, war für gleichlange Reihen die Anzahl der für das Auswendiglernen nötigen Wiederholungen in der älteren Zeit überall etwas gröfser als in der späteren. Eben wegen seiner Gleichförmigkeit wird dieses Verhalten in der Verschiedenheit der Versuchsumstände, in den Ungenauigkeiten der Umrechnung, vielleicht auch in der gesteigerten Übung der späteren Periode seinen Grund haben. Immerhin fallen die älteren Zahlen sehr annähernd in die Gegend der jüngeren, und — was die Hauptsache ist — die beiden sie darstellenden Kurven schmiegen sich, auf der allerdings kurzen Strecke ihres gemeinsamen Verlaufs, so vollkommen aneinander an, wie man es für Versuche, die durch ca. 3½ Jahre voneinander getrennt sind und ganz sicher keiner Trübung durch irgend welche Erwartung unterlagen (§ 14), nur immer wünschen kann. Man

* Die wahrscheinlichen Fehler beruhen ebenfalls auf Umrechnung und haben nur einen ungefähr orientierenden Wert.

wird also mit erheblicher Wahrscheinlichkeit behaupten dürfen, daſs das durch jene Kurven dargestellte Abhängigkeitsverhältnis zwar nur individuell ist, aber für das eine Individuum, an dem es gefunden wurde, über gröſsere Zeiten hinweg konstant bleibt und deshalb für dieses charakteristische Bedeutung besitzt.

§ 21.

Steigerung der Schnelligkeit des Lernens bei sinnvollem Material.

Um auf die Gleichförmigkeiten und Verschiedenheiten zwischen sinnlosem und sinnvollem Material aufmerksam zu werden, habe ich gelegentlich, wie schon erwähnt, Lernversuche mit Byrons Don Juan (mit dem englischen Original) angestellt. Dieselben gehören insofern nicht eigentlich hierher, als ich bei ihnen die Länge des jedesmal zusammengefaſsten Quantums nicht variiert habe, sondern immer nur einzelne Stanzen auswendig lernte. Indes die Angabe der hierzu erforderlich gewesenen Anzahl von Wiederholungen ist durch ihren Kontrast mit den eben mitgeteilten Zahlen auch an und für sich interessant.

In Betracht kommen nur 7 Versuche (1884), deren jeder 6 Stanzen umfaſste. Wurden diese, jede für sich, bis zur erstmöglichen Reproduktion gelernt, so waren für alle 6 zusammen durchschnittlich 52 Wiederholungen ($w_m = \pm 0{,}6$) nötig. Für jede Stanze ergiebt das knapp 9, oder, nach Abzug der Wiederholung für das Hersagen, knapp 8 Wiederholungen*. Erwägt man, daſs jede Stanze 80 Silben umfaſst,

* Zur richtigen Würdigung der Zahlen und zum richtigen Anschluſs an etwaige eigene Beobachtungen wolle man das S. 33, 1 Gesagte beachten. Die Stanzen wurden, der Gleichförmigkeit des Verfahrens halber, immer

(die allerdings durchschnittlich etwas weniger als 3 Buchstaben zählen dürften), so gewinnt man durch Vergleichung der jetzt gefundenen Zahl von Wiederholungen mit den obigen einen wenigstens ungefähren numerischen Ausdruck für die aufserordentliche Begünstigung, welche der Einprägung von Reihen durch die vereinigten Bande des Sinnes, des Rhythmus, des Reims und der Zugehörigkeit zu einer einzigen Sprache zu Teil wird. Denkt man sich unsere obige Kurve in der Krümmung, die sie einzuschlagen scheint, noch eine Strecke fortgeführt, so mufs man voraussetzen, dafs ich sinnlose Reihen von 70—80 Silben nach 70—80maliger Wiederholung auswendig hersagen könnte. Waren die Silben durch die eben erwähnten Fäden äufserlich und innerlich aneinander gekettet, so reducierte sich also dieses Erfordernis für mich auf etwa $^1/_{10}$ seines Betrages.

---

von Anfang bis zu Ende durchgelesen; schwierigere Stellen wurden also nicht etwa besonders gelernt und dann eingefügt. Geschah das letztere, so fielen die Zeiten erheblich geringer aus; von der Anzahl von Wiederholungen kann man dann nicht mehr sprechen. Natürlich geschah das Lesen zwar möglichst mit gleichförmiger Schnelligkeit, aber nicht in dem langsamen und mechanisch geregelten Tempo, welches für die Silbenreihen festgesetzt war. Die Regelung der Geschwindigkeit war der freien Schätzung überlassen; einmaliges Durchlesen einer Stanze erforderte 20—23 Sekunden.

VI.

Das Behalten als Funktion der Anzahl der Wiederholungen.

§ 22.

Stellung der Frage.

Das Resultat des vierten Abschnittes war das folgende: wenn ich in wiederholten Fällen Silbenreihen von bestimmter Länge so oft einprägte, dafs sie gerade auswendig hergesagt werden konnten, so fielen zwar die dazu nötigen Zeiten (oder Anzahlen von Wiederholungen) erheblich verschieden von einander aus, gleichwohl aber hatten die aus ihnen gewonnenen Mittelwerte den Charakter echter naturwissenschaftlicher Konstanten. Ich pflege also gleichartige Silbenreihen unter gleichartigen Umständen je nach einer durchschnittlich gleichen Anzahl von Wiederholungen gerade auswendig zu wissen. Die grossen Abweichungen der Einzelwerte von einander ändern daran nichts; sie bewirken nur, dafs eine g e n a u e r e Ermittelung der für b e s t i m m t e Umstände erforderlichen Anzahl ziemlich zeitraubend wird.

Was wird nun geschehen, kann man fragen, wenn die Anzahl von Wiederholungen einer bestimmten Reihe hinter der für das Auswendiglernen derselben erforderlichen Anzahl

zurückbleibt? oder wenn sie über das erforderliche Minimum hinaus noch gesteigert wird?

Was im allgemeinen geschieht wurde früher bereits angedeutet. Natürlich sind in dem zweiten Falle die überschiefsenden Wiederholungen nicht verloren. Wenn auch der gegenwärtige Effekt, das fehlerfreie glatte Hersagen, durch sie nicht geändert wird, so kommen sie doch zur Geltung, indem sie seine Möglichkeit für eine mehr oder minder entfernte Zukunft sicherstellen. Je länger man lernt, desto länger behält man. Und auch in dem ersten Falle geschieht offenbar etwas, wenn auch die Wiederholungen für die Ermöglichung einer freien Reproduktion noch nicht zureichen. Es wird durch sie die erstmögliche Reproduktion doch wenigstens angebahnt, und die einstweilen stückweise, stockend und fehlerhaft geschehenden Reproduktionen nähern sich ihr mehr und mehr.

Man kann diese Verhältnisse auch durch Vermittelung der — zunächst bildlichen — Vorstellung einer inneren Festigkeit der Reihen beschreiben. Mit Benutzung derselben würde man sagen: durch eine zunehmende Zahl von Wiederholungen werden Vorstellungsreihen immer fester und unvertilgbarer eingegraben; ist die Zahl gering, so ist auch die Festigkeit gering, nur hie und da haften flüchtige Spuren der Reihe auf kurze Augenblicke; bei einer gewissen gröfseren Anzahl sitzt die Reihe so fest, dafs sie in ihrer ganzen Ausdehnung — wenigstens für kurze Zeit — reproducierbar ist; werden die Wiederholungen auch darüber hinaus fortgesetzt, so verbleicht das sehr gefestigte Bild der Reihe erst nach immer längeren Zeiträumen.

Wenn man nun nicht zufrieden wäre mit dieser allgemeinen Statuierung eines Abhängigkeitsverhältnisses zwischen der Anzahl von Wiederholungen und der durch sie erreichten inneren Festigkeit, wenn man dasselbe näher und im einzelnen

präcisieren wollte, wie müſste man sagen? Das Thermometer steigt mit steigender Temperatur, die Magnetnadel wird um wachsende Winkel abgelenkt mit wachsender Intensität des sie umkreisenden elektrischen Stromes. Aber während dort für gleiche Temperaturzunahmen die Quecksilbersäule immer um gleiche Strecken steigt, werden hier für gleiche Zuwüchse der Stromintensität die Zuwüchse der Ablenkungswinkel immer kleiner. Was gilt nun nach dieser Analogie von der inneren Festigkeit mehrfach wiederholter Reihen? Soll man sie ohne weiteres proportional setzen der Anzahl der Wiederholungen und sie demnach als doppelt oder dreimal so groſs bezeichnen, wenn gleichartige Reihen bei gleicher Aufmerksamkeit doppelt oder dreimal so oft wiederholt wurden als andere? Oder wächst sie bei gleicher Zunahme der Wiederholungen um immer geringere Bruchteile? oder wie sonst?

Offenbar hat diese Frage ihren guten Sinn; ihre Beantwortung wäre theoretisch sowohl wie praktisch von Interesse und Wichtigkeit. Mit den bisherigen Hülfsmitteln kann man sie indes weder entscheiden noch auch untersuchen; ja nicht einmal ihre einfache Auffassung ist ganz sichergestellt, solange die Worte „innere Festigkeit", „Eingegrabensein", mehr etwas Unbestimmtes und Bildliches als etwas klar und anschaulich Definiertes bezeichnen.

In Anwendung der oben (§ 5) entwickelten Principien definiere ich die innere Festigkeit einer Vorstellungsreihe, den Grad ihres Haftens, durch die gröſsere oder geringere Bereitwilligkeit, mit der sie zu einer bestimmten Zeit nach ihrer ersten Einprägung ihrer Reproduktion entgegenkommt. Diese Bereitwilligkeit messe ich an der Arbeitsersparnis, welche bei dem Auswendiglernen der irgendwie haftenden Reihe stattfindet, gegenüber derjenigen Arbeit, welche für eine gleichartige aber noch nicht eingeprägte Reihe nötig sein würde.

Die Zeit nach der ersten Einprägung, zu der die Konstatierung der Arbeitsersparnis vorgenommen wird, kann man zunächst natürlich beliebig bestimmen; ich habe dafür den Zeitraum von 24 Stunden gewählt.

Da es sich bei dieser Definition nicht um Fixierung eines allgemeinen Sprachgebrauchs handelt, so kann man nicht eigentlich fragen, ob sie richtig, sondern nur, ob sie zweckmäfsig sei, allenfalls noch, ob sie die ganz unbestimmten Vorstellungen treffe, die sich mit dem Gedanken an ein verschieden starkes psychisches Festsitzen verbinden. Das letztere wird man vielleicht zugestehen. Ueber die Zweckmäfsigkeit aber läfst sich von vornherein nichts sagen; man wird sie erst beurteilen können nach Gewinnung umfassenderer Resultate. Und zwar wird der Ausfall des Urteils wesentlich davon abhängen, ob die mit Hülfe des definierten Mafses gewonnenen Ergebnisse die Grundforderung erfüllen, die wir an ein zweckmäfsiges Mafs zu stellen pflegen. Diese besteht darin, dafs bei beliebiger Aenderung der willkürlichen Bestimmungen, welche jedes Mafs enthält, die mit dem geänderten Mafs gewonnenen Resultate durch Multiplikation mit ein und derselben Konstanten auf die alten Mafszahlen zurückgeführt werden können. Man müfste in unserem Falle also z. B. wissen, ob der *Charakter* der Resultate derselbe bleibt, wenn statt der willkürlich festgesetzten Zeit von 24 Stunden für die Bestimmung der Nachwirkung der Wiederholungen irgend ein anderes Intervall eingeführt würde, oder ob dadurch die ganze Gesetzmäfsigkeit der Resultate ebensowohl eine andere würde, wie dies natürlich mit ihren absoluten Werten der Fall ist. Darüber aber kann man selbstverständlich a priori nicht diskutieren.

Für die Ermittelung des Abhängigkeitsverhältnisses zwischen der zunehmenden Anzahl von Wiederholungen einer

Reihe und der dadurch gewonnenen immer festeren Einprägung derselben habe ich demnach die Frage so gestellt: wenn gleichartige Reihen durch verschieden häufige Wiederholungen verschieden fest eingeprägt und dann 24 Stunden später bis zur erstmöglichen Reproduktion auswendig gelernt werden, wie verhalten sich die hierbei hervortretenden Arbeitsersparnisse zu einander und zu den jedesmal vorangegangenen einprägenden Wiederholungen?

§ 23.

Die Versuche und ihre Resultate.

Um über die eben formulierte Frage zu orientieren, habe ich 70 Doppelversuche, je mit sechs 16silbigen Reihen, angestellt. Jeder Doppelversuch bestand darin, dafs die einzelnen Reihen — jede für sich — erst eine bestimmte Anzahl von Malen aufmerksam gelesen (resp. nach häufig wiederholtem Lesen auch auswendig hergesagt) wurden, und dafs ich dann 24 Stunden später die so eingeprägten und halbwegs wieder vergessenen Reihen bis zur erstmöglichen Reproduktion auswendig lernte. Das erstmalige Lesen der Reihen geschah entweder 8 oder 16, 24, 32, 42, 53, 64 mal.

Eine Steigerung der einprägenden Wiederholungen über 64 hinaus erwies sich, wenigstens für sechs Reihen dieser Länge, als schwer thunlich. Denn bei dieser Zahl nimmt jeder Versuch eine Dauer von etwa $^3/_4$ Stunden in Anspruch und gegen das Ende dieser Zeit stellten sich manchmal Abspannung, Eingenommenheit des Kopfes u. s. w. ein, welche bei weiterer Steigerung die Versuchsumstände kompliciert hätten.

Die Versuche waren regelmäfsig auf die untersuchten sieben Anzahlen von Wiederholungen verteilt, sodafs also auf jede derselben 10 Doppelversuche kommen. Die Resultate

waren, jedesmal für die sechs Reihen eines Versuchs zusammen und ohne Abzug der Zeit für das Hersagen, die folgenden.

Nach voraufgegangener Einprägung der Reihen durch x Wiederholungen wurden dieselben 24 Stunden später gelernt mit einem Aufwand von y Sekunden.

	$x = 8$ $y =$	$x = 16$ $y =$	$x = 24$ $y =$
	1171	998	1013
	1070	795	853
	1204	936	854
	1180	1124	908
	1246	1168	1004
	1113	1160	1068
	1283	1189	979
	1141	1186	966
	1127	1164	1076
	1139	1059	1033
$m =$	1167	1078	975
$w_m =$	± 14	± 28	± 17

	$x = 32$ $y =$	$x = 42$ $y =$	$x = 53$ $y =$	$x = 64$ $y =$
	736	708	615	530
	764	579	579	483
	863	734	601	499
	850	660	561	464
	892	738	618	412
	868	713	582	419
	913	649	572	417
	858	634	516	397
	914	788	550	391
	975	763	660	524
$m =$	863	697	585	454
$w_m =$	± 15	± 14	± 9	+ 11

Die vorstehend mitgeteilten Zahlen bedeuten die Zeiten, welche *gebraucht* wurden, um die 24 Stunden vorher eingeprägten Reihen grade auswendig zu lernen. Da es uns aber nicht sowohl auf die gebrauchten als vielmehr auf die ersparten Zeiten ankommt, so müſsten wir wissen, in wie viel Zeit dieselben Reihen auswendig gelernt worden wären, wenn keine vorherige Einprägung stattgefunden hätte. Für diejenigen Reihen, welche 42, 53 und 64 mal wiederholt wurden, kann man diese Zeit aus den Versuchen selbst kennen lernen. Denn bei ihnen ist die Anzahl der Wiederholungen gröſser als das durchschnittlich für die erstmögliche Reproduktion erforderliche Minimum, welches bei einer 16silbigen Reihe (nach S. 63) 31 Wiederholungen beträgt. Man kann hier also konstatieren, bei der wievielten der nachher weiter fortgesetzten Wiederholungen eben diese erste fehlerfreie Reproduktion jeder Reihe eintrat. Allein durch die nachherige Fortsetzung der Wiederholungen und die damit zusammenhängende Ausdehnung der Versuche über eine längere Zeit werden die Umstände etwas andere als bei dem gewöhnlichen Auswendiglernen nicht eingeprägter Reihen. Für die durch eine geringere Anzahl von Wiederholungen eingeprägten Reihen kann man ohnedies jene zur Vergleichung nötige Zahl nicht an ihnen selbst gewinnen, da sie ja eben im Interesse des Experiments nicht vollständig auswendig gelernt werden sollen. Ich habe daher überall vorgezogen, die gesuchten Arbeitsersparnisse zu ermitteln durch Vergleichung mit der Zeit, welche das Auswendiglernen nicht *derselben*, sondern *gleichartiger*, aber bis dahin unbekannter Reihen erforderte. Hierfür besitze ich aus eben der Zeit, aus der die gegenwärtig besprochenen Versuche stammen, eine ziemlich sichere Zahl: je sechs 16silbige Reihen wurden im Durchschnitt aus 53 Versuchen gelernt in 1270 Sek., mit dem geringen wahrscheinlichen Fehler $\pm$ 7.

Stellt man, unter Zuziehung dieses letzteren Wertes, sämtliche Mittelwerte zusammen, so resultiert folgende Tabelle:

I. Nach vorangegangener Einprägung der Reihen durch x Wiederholungen	II. wurden dieselben 24 Stunden später gerade auswendig gelernt in y Sekunden.		III. Die Folge der vorangegangenen Einprägung war also eine Ersparnis von t Sekunden		IV. od. durchschnittlich für jede einzelne der einprägenden Wiederholungen eine Ersparnis von d Sekunden
$x =$	$y =$	$w_m =$	$t =$	$w_m =$	$d =$
0	1270	7			
8	1167	14	103	16	12,9
16	1078	28	192	29	12,0
24	975	17	295	19	12,3
32	863	15	407	17	12,7
42	697	14	573	16	13,6
53	585	9	685	11	12,9
64	454	11	816	13	12,8
					$m = 12,7$

Die in diesen Zahlen annähernd verwirklichte einfache Beziehung liegt auf der Hand: die Anzahl der die Reihen einprägenden Wiederholungen (Kol. I) und die 24 Stunden später als Folge der Einprägungen noch konstatierbaren Arbeitsersparnisse bei dem Lernen der Reihen (Kol. III) schreiten in ganz derselben Weise fort. Division der jedesmaligen Arbeitsersparnisse durch die zu ihrer Hervorbringung erforderlichen Wiederholungen führt überall fast zu derselben Zahl (Kol. IV).

Die Resultate der Versuche lassen sich also zusammenfassend so formulieren: wurden 16silbige sinnlose Silbenreihen durch aufmerksame Wiederholung dem Gedächtnis mehr und mehr eingeprägt, so wuchs die ihnen dadurch zu teil werdende innere Festigkeit, gemessen an der gröfseren Bereitwilligkeit, die sie nach 24 Stunden ihrer Reproduktion entgegenbrachten, innerhalb gewisser Grenzen annähernd pro-

portional der Anzahl jener Wiederholungen. Die Grenzen, innerhalb deren dieses Verhalten konstatiert wurde, waren einerseits Null, andererseits etwa das Doppelte derjenigen Anzahl von Wiederholungen, die für das Auswendiglernen der Reihen durchschnittlich gerade zureichte.

Für 6 Reihen zusammen betrug die Nachwirkung jeder Wiederholung, die durch sie ermöglichte Ersparnis, im Mittel 12,7 Sekunden, für jede einzelne Reihe demnach 2,1 Sekunden. Da die Wiederholung selbst, bei einer 16silbigen Reihe, 6,6—6,8 Sekunden dauert, so betrug also die nach 24 Stunden von ihr noch verbliebene Nachwirkung ein knappes Drittel ihrer eigenen Dauer. Mit anderen Worten: für je drei Wiederholungen, die ich heute auf die Einprägung einer Reihe mehr verwandte, ersparte ich nach 24 Stunden beim Wiederlernen derselben Reihe durchschnittlich und ungefähr eine Wiederholung, und dabei war es innerhalb der bezeichneten Grenzen einerlei, wie viele Wiederholungen im ganzen auf die Einprägung der Reihe verwandt waren.

Ob den gefundenen Resultaten eine irgendwie allgemeinere Bedeutung zukommt, oder ob sie bloſs für das einmalige Geschehen gelten, an dem sie ermittelt wurden und hier nur aus zufälligen Gründen eine sonst nicht vorhandene Regelmäſsigkeit vorspiegeln, kann ich vorläufig nicht ausmachen. Direkte Kontrolversuche besitze ich nicht; eine indirekte Bestätigung kann ich allerdings weiterhin (Abschn. VIII § 34) noch mitteilen, indem Antworten, die beim Ausgehen von einer ganz anderen Fragestellung gefunden wurden, sehr gut mit den gegenwärtigen Resultaten zusammenstimmen. Ich würde daher geneigt sein, den letzteren wenigstens für meine eigene Individualität eine allgemeinere Gültigkeit zuzuschreiben.

Anmerkung. Den Versuchen haftet eine innere Ungleichheit an, die ich weder vermeiden, noch durch eine Korrektion beseitigen, son-

dern eben nur bezeichnen kann. Nämlich eine geringe Anzahl von Wiederholungen der Reihen nimmt nur wenige Minuten in Anspruch; ihre ganze Wirkung fällt also in eine Zeit grofser geistiger Frische. Bei 64 Wiederholungen dauert die ganze Thätigkeit etwa $^3/_4$ Stunde; die Mehrzahl der Reihen wird daher in einem Zustand minderer Frische oder sogar einer gewissen Abspannung eingeprägt, und die Wiederholungen werden also verhältnismäfsig minder wirksam sein. Umgekehrt ist es bei der Reproduktion der Reihen am nächsten Tage. Die vorher durch 8malige Wiederholung eingeprägten Reihen erfordern fast die dreifache Zeit, um gelernt zu werden, wie die durch 64malige Wiederholung eingeprägten. Letztere werden daher, ganz abgesehen von der gröfseren Festigkeit, die sie haben, schon deshalb verhältnismäfsig etwas rascher gelernt werden, weil sie in eine Zeit von durchschnittlich etwas besserer Prädisponierung fallen. Beide Unregelmäfsigkeiten wirken gegen einander, wie man sieht, und heben sich dadurch zum Teil auf: das unter den verhältnismäfsig ungünstigeren Umständen Eingeprägte wird unter verhältnismäfsig günstigeren Umständen wieder gelernt und umgekehrt. Inwieweit aber diese Kompensation stattfindet und inwieweit noch ein Rest der Ungleichheit der Bedingungen die Resultate trübt, vermag ich nicht zu bestimmen.

§ 24.

Einflufs der Erinnerung.

An dem regelmäfsigen Gange der gefundenen Resultate scheint mir ein Moment noch besondere Beachtung zu verdienen. Bei den Äufserungen des Gedächtnisses im gewöhnlichen Leben ist der Unterschied von gröfster Bedeutung, ob die Reproduktionen mit Erinnerung geschehen oder nicht, ob also die wiederkehrenden Vorstellungen blofs einfach wiederkehren, oder ob sich mit ihnen gleichzeitig ein Wissen davon verbindet, dafs sie früher schon einmal vorhanden waren, und eine Vorstellung der Umstände, von denen sie damals begleitet waren. In diesem zweiten Falle nämlich gewinnen sie für die praktischen Zwecke, die wir verfolgen, und für die Bethätigung höheren geistigen Lebens einen höheren und

besonderen Wert. Es fragt sich nun, in welchem Zusammenhange steht dieses komplicierte Phänomen Erinnerung, welches das Hervortreten von Vorstellungen aus dem Gedächtnis unter Umständen begleitet, unter Umständen nicht begleitet, zu dem sonstigen inneren Leben dieser Vorstellungen. Zur Beantwortung dieser Frage liefern unsere Resultate einen gewissen Beitrag.

Wurden die Reihen durch 8 oder 16 Wiederholungen eingeprägt, so waren sie mir am nächsten Tage fremd geworden. Ich wufste natürlich indirekt sehr genau, dafs es dieselben sein mufsten, die am Tage vorher eingeprägt waren, aber ich wufste dies eben nur indirekt, ihnen selbst merkte ich es nicht an, ich erkannte sie nicht wieder. Bei 53 oder 64 Wiederholungen dagegen begrüfste ich sie meist, wenn nicht sofort, doch sehr bald als alte Bekannte, ich erinnerte mich ihrer mit voller Bestimmtheit. An den Zeiten für das Auswendiglernen der Reihen, resp. an den dabei hervortretenden Arbeitsersparnissen, findet sich nichts diesem Unterschied Entsprechendes. Sie sind *verhältnismäfsig* nicht kleiner, da wo von Erinnerung keine Rede ist, und *verhältnismäfsig* nicht gröfser, da wo diese sehr sicher und lebendig auftritt. Die Gesetzmäfsigkeit der Nachwirkung bei vielen Wiederholungen tritt nicht merklich heraus aus der Linie, die durch den Effekt einer geringen Anzahl von Wiederholungen gleichsam vorgezeichnet wird, obwohl die Konstatierung dieser Nachwirkung im ersten Falle ebenso unzweifelhaft von Erinnerung begleitet ist, wie sie im zweiten derselben entbehrt.

Ich begnüge mich, auf dieses bemerkenswerte Verhalten hinzuweisen. Allgemeine Folgerungen daraus würden in der Luft schweben, solange die Allgemeinheit der Unterlage nicht genügender dargethan werden kann.

§ 25.

Erhebliche Vermehrung der Anzahl der Wiederholungen.

Es wäre von Interesse zu wissen, ob die annähernde Proportionalität zwischen der Anzahl der Wiederholungen einer Reihe und der dadurch ermöglichten Arbeitsersparnis bei dem Wiedererlernen der letzteren, die für meine Individualität innerhalb gewisser Grenzen stattzufinden scheint, auch noch jenseit dieser Grenzen fortbesteht. Wenn auch weiterhin durch jede Wiederholung für die Reproduktion nach 24 Stunden ein knappes Drittel ihres eigenen Wertes gespart wird, so müſste ich eine 16silbige Reihe nach 24 Stunden bei gegebenem Anfangsglied gerade noch spontan reproducieren können, falls ich sie heute reichlich dreimal so lange memorierte, als zu ihrem Auswendiglernen gerade erforderlich ist. Da dieses letztere Erfordernis etwa 31—32 Wiederholungen beträgt, so wären zur Erreichung des erstgenannten Zieles ungefähr 100 Wiederholungen nötig. Überhaupt könnte man dann — bei allgemeinerer Geltung der gefundenen Beziehung — für eine beliebige Art von Reihen, für die man erst sozusagen den Nachwirkungskoefficienten der Wiederholungen ermittelt hätte, direkt berechnen, wie oft sie jetzt wiederholt werden müſsten, damit sie nach 24 Stunden noch gerade hergesagt werden könnten.

Ich habe diese Frage nicht durch weitere Steigerung der Wiederholungen von bis dahin unbekannten 16silbigen Reihen untersucht, weil, wie oben schon gesagt, bei erheblicher Ausdehnung der Versuche die zunehmende Ermüdung und eine gewisse Schläfrigkeit Komplikationen herbeiführen. Vielmehr habe ich probeweise einige Versuche teils mit kürzeren, teils

mit schon bekannten Reihen angestellt, die übereinstimmend ergeben, daſs die in Frage stehende Proportionalität bei weiterer Vermehrung der Wiederholungen allmählich aufhört. Der Effekt der späteren Wiederholungen, gemessen wie oben an der nach 24 Stunden noch konstatierbaren Arbeitsersparnis, wird nach und nach geringer.

Zwölfsilbige Reihen (deren je 6 zu einem Versuch zusammengefaſst waren) wurden bis zur erstmöglichen Reproduktion gelernt und jede Reihe, unmittelbar nach dem fehlerfreien Hersagen, noch dreimal (im ganzen also viermal) so oft wiederholt, als das Auswendiglernen (excl. Hersagen) beansprucht hatte. Nach 24 Stunden wurden dann dieselben Reihen bis zur erstmöglichen Reproduktion wiedergelernt. Vier Versuche ergaben dabei folgende Resultate (die Zahlen bedeuten Wiederholungen):

Wiederholungen für Lernen und Hersagen der 6 Reihen	Unmittelbar folgende Wiederholungen behufs weiterer Einprägung	Gesamtzahl der auf die 6 Reihen verwandten Wiederholungen	Nach 24 Stunden waren für das Lernen der Reihen erforderlich	Also betrug die durch die Gesamtzahl der Wiederholungen erzielte Arbeitsersparnis
104	294	398	41	63
101	285	386	39	62
114	324	438	46	68
109	309	418	38	71
m 107	303	410	41	66
				w_m 1,4

Innerhalb mäſsiger Grenzen ist — für mich — bei 12silbigen Reihen die Nachwirkung der Wiederholungen nach 24 Stunden etwas geringer als bei 16silbigen; man muſs sie aber mindestens auf $^3/_{10}$ des Betrages der Wiederholungen veranschlagen. Wenn nun dieses Verhältnis auch bei sehr zahlreichen Wiederholungen annähernd fortbestände, so sollte man erwarten, daſs Reihen, auf deren Einprägung viermal so

viel Wiederholungen verwandt wurden als für das Lernen bis zur erstmaligen Reproduktion nötig waren, nach 24 Stunden ohne jeden neuen Arbeitsaufwand hergesagt werden könnten. Statt dessen erforderte in den untersuchten Fällen das Wiederlernen noch etwa 35 % des Aufwandes für das erstmalige Lernen; der Effekt von durchschnittlich 410 Wiederholungen war eine Ersparnis von nur $^1/_6$ dieser Summe. Waren nun hierbei die ersten Wiederholungen mit etwa $^3/_{10}$ ihres Betrages beteiligt, so muſs umsomehr der Effekt der späteren ein verhältnismäſsig sehr geringer gewesen sein.

Zu demselben Ergebnis führten Untersuchungen der folgenden Art, die ich nicht weiter detailliert mitteile. Silbenreihen verschiedener Länge wurden durch häufige Wiederholungen, die aber nicht an demselben Tage stattfanden, sondern über mehrere aufeinanderfolgende Tage verteilt waren, successive fester eingeprägt (Abschn. VIII). Waren dann, nach mehreren Tagen, nur noch wenige Wiederholungen erforderlich, um die Reihen auswendigzulernen, so wurden sie drei- bis viermal so oft wiederholt, als für das erste fehlerfreie Hersagen in diesem Stadium der Festigkeit nötig war. Aber in keinem einzigen Falle gelang nun 24 Stunden später die fehlerfreie Reproduktion der Reihen, wenn sie nicht wiederum noch ein oder einigemale durchgelesen wurden. Der Einfluſs der mehrfachen Wiederholungen zeigte sich zwar immer noch in einer gewissen Arbeitsersparnis, aber diese wurde verhältnismäſsig immer geringer, je weniger noch zu ersparen übrig blieb. Die Beseitigung des letzten Restes von Arbeit bei dem Wiederlernen der Reihen durch Wiederholungen, die demselben 24 Stunden voraufgingen, war eine sehr schwierige.

Die Wirkung zunehmender Wiederholungen von Silbenreihen auf die innere Befestigung derselben in dem oben definierten Sinne wuchs also, um alles zusammen zu fassen, zu-

nächst annähernd proportional der Anzahl der Wiederholungen, wurde dann allmählich schwächer und war schliefslich sehr gering, wenn die Reihen so festsafsen, dafs sie nach 24 Stunden noch beinahe spontan repetiert werden konnten. Da diese Abnahme der Wirkung als eine allmähliche und kontinuierliche aufzufassen sein wird, würde sich für genauere Untersuchungen vermutlich ein Beginn derselben auch schon innerhalb der Grenzen gezeigt haben, innerhalb deren wir oben noch Proportionalität fanden, während derselbe jetzt bei seinem geringen Betrage und den weiten Fehlergrenzen verdeckt wird.

VII.

Das Behalten und Vergessen als Funktion der Zeit.

§ 26.

Erklärungen des Behaltens und Vergessens.

Alle Arten von Vorstellungen, die sich selbst überlassen bleiben, werden allmählich vergessen. Der Thatbestand, den dieser Satz bezeichnet, ist allgemein bekannt. Gruppen oder Reihen von Vorstellungen, die wir zuerst leicht und lückenlos ins Bewuſstsein zurückzurufen vermochten, oder die von selbst häufig und in lebhaften Farben wiederkehrten, stellen sich allmählich seltener und in abgeblaſsterer Färbung ein, können durch willkürliche Anstrengung nur mühsam und bruchstückweise reproduciert werden. Nach längeren Zeiten pflegt beides ganz aufzuhören, freilich nicht ohne seltsame Ausnahmen. Namen, Gesichter, Kenntnisse und Erlebnisse, die seit Jahren vollständig verloren schienen, stehen plötzlich, namentlich in Träumen, wieder vor der Seele, mit allen Details und in groſser Lebhaftigkeit, ohne daſs man auch nur vermutet, woher sie kommen, und wie sie es anfingen, sich in der Zwischenzeit so gut verborgen zu halten.

Die Psychologen pflegen diese Thatsachen - je nach dem Ganzen ihrer Ansichten — unter verschiedenen Gesichtspunkten aufzufassen, die sich nicht vollkommen ausschliefsen, aber auch nicht vollkommen mit einander harmonieren.

Die einen halten sich, wie es scheint, vorwiegend an die auffallende Wiederkehr lebhafter Erinnerungsbilder selbst nach gröfseren Zeiträumen. Sie nehmen an, dafs von den Empfindungen, die durch Eindrücke der Aufsenwelt erregt werden, abgeblafste Bilder, „Spuren", zurückbleiben, die zwar in jeder Beziehung schwächer, luftiger seien als ihre Empfindungsvorbilder, aber in der Intensität, die sie nun einmal haben, ziemlich unverändert und dauernd fortbestehen. Gegen die viel intensiveren und derberen Empfindungskomplexe des wachen Lebens haben jene Phantasiebilder einen schweren Stand; aber wo die ersteren ganz oder gröfstenteils fehlen, z. B. im Schlaf, da herrschen sie um so unumschränkter. Dabei werden die früher erworbenen Bilder mehr und mehr überlagert sozusagen und überschüttet durch die späteren. Die Möglichkeit des Wiederhervortretens bietet sich für jene also seltener und schwieriger. Wenn aber durch eine zufällige und günstige Fügung der Umstände die angesammelten Schichten einmal bei Seite geschoben werden, dann mufs natürlich noch nach beliebig langer Zeit das darunter Verborgene auch in seiner ursprünglichen, ihm immer noch beiwohnenden Frische wieder erscheinen *.

* Diese Auffassung ist die, immer noch vielfach mafsgebende, des Aristoteles. Neuerdings hat z. B. Delboeuf sie wieder aufgenommen und zu einer Ergänzung seiner „théorie générale de la sensibilité" benutzt. In seiner Abhandlung *Le sommeil et les rêves* (Rev. philos. IX S. 153 f.) sagt er: „Nous voyons maintenant que tout acte de sentiment, de pensée ou de volition en vertu d'une loi universelle imprime en nous une trace plus ou moins profonde, mais indélébile, généralement gravée sur

Für andere* erleiden die Vorstellungen, die zurückbleibenden Phantasiebilder, allerdings eine ihr Wesen mehr und mehr tangierende Veränderung; der Begriff der Verdunkelung ist hier maſsgebend. Ältere Vorstellungen werden durch jüngere gewissermaſsen zurückgedrängt und zum Sinken gebracht; sie erleiden mit zunehmender Zeit immer gröſseren Schaden an einer allen gemeinsamen Eigenschaft, nämlich an innerer Klarheit und Bewuſstseinsintensität. Verbindungen und Reihen von Vorstellungen unterliegen demselben Prozeſs wachsender Schwächung; unterstützt wird derselbe bei ihnen noch durch eine Auflösung in ihre Teile; dadurch nämlich, daſs die nur noch locker zusammengehaltenen Glieder eventuell gleichzeitig in neue Verbindungen eingefügt werden. Das völlige Entschwinden des mehr und mehr Zurückgedrängten tritt erst nach langer Zeit ein. Während der allmählich zunehmenden Verdunkelung aber sind die zurückgedrängten Vorstellungen nicht eigentlich als abgeblaſste Bilder vorhanden zu denken, sondern als Strebungen, als „Dispositionen“ zur Wiedererzeugung eben der Vorstellungsinhalte,

---

une infinité de traits antérieurs, surchargée plus tard d'une autre infinité de linéaments de toute nature, mais dont l'écriture est néanmoins indéfiniment susceptible de reparaître vive et nette au jour.“ Er fährt zwar weiterhin fort: „néanmoins . . il y a quelque vérité dans l'opinion qui veut que la mémoire non seulement se fatigue mais s'oblitère“, erklärt dies aber daraus, daſs eine Erinnerung die andere an ihrem Wiederhervortreten verhindern könne. „Si un souvenir ne chasse pas l'autre on peut du moins prétendre qu'un souvenir empêche l'autre et qu'ainsi pour la substance cérébrale, chez l'individu, il y a un maximum de saturation.“

Auch die merkwürdige und weder physiologisch noch psychologisch auszudenkende Hypothese Bains und anderer von der Besetzung einzelner Ganglienzellen durch einzelne Vorstellungen wurzelt in gewisser Hinsicht in der aristotelischen Auffassung.

* Herbart und seine Anhänger. Siehe z. B. Waitz, Lehrbuch der Psychologie § 16.

welche die Nötigung des Sinkens traf. Erfahren diese Dis positionen irgendwoher eine Unterstützung und Stärkung, so kann es jederzeit kommen, dafs die unterdrückenden und hemmenden Vorstellungen ihrerseits zu unterdrückten werden und das scheinbar Vergessene in voller Klarheit wieder ersteht.

Nach einer dritten Ansicht endlich ist es statt einer gradweisen Verdunkelung vielmehr ein Zerbröckeln in Teile und der Verlust einzelner Teile, in denen wenigstens bei zusammengesetzten Vorstellungen das Vergessen besteht. Die vorhin aushülfsweise herangezogene Vorstellung der Auflösung bestreitet hier alleine die Erklärung. „Das Bild eines zusammengesetzten Gegenstandes ist in unserer Erinnerung nicht darum dunkel, weil es mit der geordneten Gesamtheit aller seiner Teile vorhanden und nur im ganzen von einem schwächeren Lichte des Bewufstseins bestrahlt wäre; sondern es ist lückenhaft geworden; einzelne Teile fehlen ihm ganz; vor allem aber pflegt die genaue Verbindungsweise der noch vorhandenen zu mangeln und wird nur durch den Gedanken ersetzt, dafs irgend eine Art der Verknüpfung zwischen ihnen stattgefunden habe; die Weite des Spielraums, innerhalb dessen wir, ohne uns entscheiden zu können, diese oder jene Verknüpfung gleich wahrscheinlich finden, bestimmt den Grad der Dunkelheit, den wir dieser Vorstellung zuschreiben *.“

Jede dieser Auffassungen empfängt eine gewisse, aber keine eine ausschliefsliche Unterstützung durch die thatsächlichen, oder doch für thatsächlich gehaltenen, inneren Erfahrungen, die sich uns gelegentlich darbieten. Und woran liegt das? Daran, dafs diese gelegentlich und direkt gewonnenen inneren Erfahrungen viel zu vage, oberflächlich und vieldeutig sind, um in ihrer Gesamtheit nur eine einzige Interpretation

* Lotze, Metaphysik (1879) S. 521; auch Mikrokosmus [3] I S. 231 ff.

zu gestatten oder auch nur als überwiegend wahrscheinlich erscheinen zu lassen. Wer vermöchte denn das vorausgesetzte allmähliche Überschüttetwerden oder Sinken oder Zerbröckeln der Vorstellungen in dem thatsächlichen Verlaufe dieser Allmählichkeit auch nur einigermafsen exakt zu beschreiben? Wer weifs etwas Befriedigendes zu sagen über die von Vorstellungsmassen verschiedenen Umfangs ausgehenden Hemmungen, oder über die Auflockerungen, die ein irgendwie festgefügter Komplex erleidet durch Verwendung seiner Bestandteile in neuen Kombinationen? Mit einer „Erklärung" dieser Vorgänge ist jeder für sich längst im reinen, aber das thatsächliche Verhalten der Dinge, welches doch schliefslich erklärt werden sollte, ist uns allen in gleicher Weise unbekannt.

Und bei der Beschränkung auf die direkte Beobachtung und die ihr gelegentlich sich bietenden brauchbaren Erfahrungen scheint kaum eine Aussicht vorhanden, dafs es hiermit besser werden könnte. Wie will man etwa den zu einer bestimmten Zeit erreichten Grad der Verdunkelung oder die noch übrige Zahl von Fragmenten bestimmen? Oder wie den vermutlichen Fortgang der inneren Prozesse verfolgen, wenn die fast ganz vergessenen Vorstellungen gar nicht mehr zum Bewufstsein zurückkehren?

§ 27.

Untersuchung des thatsächlichen Verhaltens.

Mit Hülfe unserer Methode ist eine Möglichkeit geboten, der Beantwortung der eben aufgeworfenen Fragen auf einem bestimmt umgrenzten kleinen Gebiet indirekt näher zu treten und unter vorläufiger Fernhaltung jeder Theorie eine solche vielleicht anzubahnen.

Die von der Einprägung einer Silbenreihe nach bestimmter Zeit etwa noch vorhandenen verborgenen Dispositionen kann man unterstützen durch abermaliges Auswendiglernen der Reihe, die übrig gebliebenen Fragmente eben dadurch aufs neue zu einem Ganzen verbinden. Die hierzu erforderliche Arbeit, verglichen mit derjenigen, die bei Abwesenheit von Dispositionen und Fragmenten nötig war, giebt ein Maſs für das Verlorengegangene und das noch Vorhandene. Die von verschiedenartigen und verschieden umfangreichen Vorstellungsmassen auf andere ausgeübten Hemmungen müssen sich verraten, nach der Einschiebung verschiedener wohldefinierter Vorstellungskomplexe zwischen Lernen und Wiederlernen, dadurch, daſs die Arbeit des Wiederlernens eine mehr oder minder erschwerte wird. Die Auflockerung eines Verbandes durch anderweitige Verwendung seiner Bestandteile läſst sich in ähnlicher Weise untersuchen, indem man nach Einprägung gewisser Reihen neue Kombinationen derselben Silben einprägt und immer zusieht, welche Änderungen dadurch die Arbeit des Wiederlernens der ursprünglichen Kombination erleidet.

Ich habe von diesen Beziehungen zunächst die an erster Stelle erwähnte einer Untersuchung unterworfen und die Frage gestellt: wenn Silbenreihen einer bestimmten Art auswendig gelernt und dann sich selbst überlassen werden, in welcher Weise werden sie, lediglich unter dem Einfluſs der Zeit, respektive des diese erfüllenden alltäglichen Lebens, allmählich vergessen? Die Konstatierung der erlittenen Verluste geschah in der eben angedeuteten Weise, dadurch nämlich, daſs die auswendig gelernten Reihen nach bestimmten zeitlichen Intervallen abermals auswendig gelernt und die in beiden Fällen erforderlichen Zeiten mit einander verglichen wurden.

Die bezüglichen Untersuchungen fallen in die Jahre 1879/80 und umfassen 163 Doppelversuche. Jeder Doppelversuch besteht in dem Lernen und dem nach einer bestimmten Zeit erfolgten Wiederlernen von acht 13silbigen Reihen; mit Ausnahme von 38 Doppelversuchen aus der Zeit von 11—12 U. Vorm., die nur je sechs Reihen umfassen. Das Lernen wurde fortgesetzt, bis ein zweimaliges fehlerfreies Hersagen der betreffenden Reihe möglich war. Das Wiederlernen geschah ebensolange; es wurde vorgenommen zu einer der folgenden 7 Zeiten, nämlich nach ca. 1/3 Stunde, ca. 1 Stunde, ca. 9 Stunden, 1 Tag, 2 Tagen, 6 Tagen oder 31 Tagen.

Die Zeiten wurden gemessen *von Beendigung der ersten Reihe des erstmaligen Lernens ab*, wobei für die gröfseren Intervalle natürlich keine ängstliche Genauigkeit nötig war. Der Einflufs der letzten vier Zeiten wurde zu drei verschiedenen (nämlich zu den S. 46 erwähnten) drei Tageszeiten untersucht.

Der Mitteilung der gefundenen Resultate müssen noch einige Bemerkungen vorangehen.

Für die nach ganzen Vielfachen von Tagen wiederholten Reihen kann man im allgemeinen das Bestehen gleicher Versuchsumstände voraussetzen. Jedenfalls hat man kein Mittel, den thatsächlichen Schwankungen derselben, auch nach Herstellung möglichster äufserer Gleichheit, anders zu begegnen als durch Vervielfältigung der Versuche. Wo daher die innere Ungleichheit mutmafslich am gröfsten ist, für den Zeitraum eines vollen Monats, habe ich die Zahl der Versuche etwa verdoppelt.

Bei einem Intervall von 9 Stunden dagegen und auch noch von einer Stunde zwischen Lernen und Wiederlernen besteht für beide eine merkliche konstante Differenz in den

Versuchsumständen. Mit den vorrückenden Tagesstunden nimmt die geistige Frische und Empfänglichkeit mehr und mehr ab. Die am Vormittag gelernten und zu einer späteren Stunde wiedergelernten Reihen erfordern also, abgesehen von allem anderen, für dieses Wiederlernen mehr Arbeit, d. h. mehr Zeit, als wenn es in einem Zeitpunkt ebensolcher Frische geschehen wäre wie das erste Lernen. Die für das Wiederlernen gefundenen Zahlen müssen daher, um vergleichbar zu werden, einen Abzug erleiden, der, wenigstens bei 8 Stunden, so bedeutend ist, daſs man ihn nicht mehr vernachlässigen kann. Man muſs ermitteln, um wieviel länger es dauert, Reihen, die zur Zeit A in a Sekunden gelernt wurden, zur Zeit B zu lernen. Die genaue Bestimmung dieser Gröſse aber setzt mehr Versuche voraus, als ich bisher besitze. Durch die Anbringung einer notwendigen aber ungenauen Korrektion werden daher die für 1 und 8 Stunden gefundenen Zahlen noch etwas unsicherer als sie an sich schon sind.

Bei dem kleinsten Intervall von 1/3 Stunde kehrt derselbe Übelstand in abgeschwächter Form wieder, wird aber vermutlich ausgeglichen durch einen anderen Umstand. Bei der Kürze des ganzen Intervalls schloſs sich hier das Wiederlernen der ersten Reihe eines Versuchs ziemlich unmittelbar, nach Einschiebung einer Pause von 1—2 Minuten, an das Lernen der letzten Reihe desselben Versuchs. Das Ganze bildet dadurch gewissermaſsen einen zusammenhängenden Versuch, bei dem also das Wiederlernen der Reihen unter allmählich ungünstigere Bedingungen der geistigen Frische fiel. Andrerseits aber geschah das Wiederlernen nach so kurzer Zeit noch ziemlich schnell; es beanspruchte kaum die halbe Zeit des Lernens. Dadurch wurde das Intervall zwischen dem Lernen und Wiederlernen bestimmter Reihen allmählich etwas kleiner; die späteren Reihen traten also unter

immer günstigere Bedingungen des zeitlichen Intervalls. Bei der Schwierigkeit genauerer Bestimmungen habe ich angenommen, daſs sich diese beiden zu vermutenden aber sich entgegenwirkenden Einflüsse annähend kompensieren.

§ 28.

Resultate.

In den folgenden Tabellen bezeichnet

L die Zeit für das erstmalige Lernen der Reihen in Sekunden, so wie sie gefunden wurde, also einschlieſslich der Zeit für zweimaliges Hersagen.

WL die Zeit für das Wiederlernen der Reihen, ebenfalls einschlieſslich derjenigen für das Hersagen.

WLk die erforderlichen Falls durch eine Korrektion reducierte Zeit für das Wiederlernen.

Δ die Differenz *L* — *WL*, resp. *L* — *WLk*, also die bei dem Wiederlernen gefundene Arbeitsersparnis.

Q das Verhältnis dieser Arbeitsersparnis zu der für das erstmalige Lernen nötigen Zeit in Prozenten. Bei Berechnung dieses Quotienten wurde nur die für das bloſse Lernen gebrauchte Zeit berücksichtigt, also die Zeit für das Hersagen in Abzug gebracht *. Dieselbe

* Eine theoretisch korrekte Berechnung der *wahrscheinlichen Fehler* der ermittelten Differenzen und Quotienten würde sehr schwierig und umständlich sein. Bei derselben wären die direkt beobachteten Werte *L* und *WL* zu Grunde zu legen. Die gewöhnlichen Regeln der Fehlertheorie können aber auf deren Verwertung keine Anwendung finden, weil letztere nur für Beobachtungen gelten, die von einander unabhängig sind, *L* und *WL* aber dadurch, daſs sie je an denselben Reihen gewonnen werden, innerlich zusammenhängen. Die Fehlerquelle „Schwierigkeit der Reihen“ variiert nicht beliebig, sondern für jedes Wertepaar in derselben Weise. Ich habe daher hier Lernen und Wiederlernen derselben Reihe

wurde für zweimaliges Hersagen von 8 dreizehnsilbigen Reihen mit 85 Sekunden berechnet, was für jede Silbe einer Dauer von 0,41 Sek. entspricht (s. S. 43). Es ist also $Q = \frac{100\ \Delta}{L-85}$. Endlich bedeuten A, B, C die mehrerwähnten Stunden: 10—11 V., 11—12 V.,6—8 N.

I. 19 Minuten. 12 Versuche. Lernen und Wiederlernen zur Zeit A.

	L	WL	Δ	Q
	1156	467	689	64,3
	1089	528	561	55,9
	1022	492	530	56,6
	1146	483	663	62,5
	1115	490	625	60,7
	1066	447	619	63,1
	985	453	532	59,1
	1066	517	549	56,0
	1364	540	824	64,4
	975	577	398	44,7
	1039	528	511	53,6
	952	452	500	57,7
m	1081	498	583	58,2

$w_m = 1$

II. 63 Minuten. 16 Versuche. Das Lernen zur Zeit A, das Wiederlernen zur Zeit B. Zur Ermittelung des Einflusses dieser Verschiedenheit der Tageszeiten habe ich folgende Daten. Sechs 13silbige Reihen wurden zur Zeit B gelernt (also ohne Berücksichtigung der Zeit des Hersagens), im Mittel

---

als einen einzigen Versuch aufgefaſst und das resultierende Δ resp. Q als dessen numerischen Ausdruck. Aus den verschiedenen berechneten Δ und Q sind dann die wahrscheinlichen Fehler wie aus unmittelbaren Beobachtungszahlen abgeleitet. Zur ungefähren Beurteilung der Vertrauenswürdigkeit der Zahlen reicht das vollkommen aus.

aus 39 Versuchen, in 807 Sekunden ($w_m = 10$). Ebensoviele Reihen derselben Art zur Zeit A, im Mittel aus 92 Versuchen, in 763 Sekunden ($w_m = 7$). Die später gewonnenen Zahlen sind also um ca. 5 % ihres eigenen Betrages zu grofs gegen die früher gewonnenen. Man wird demnach die zur Zeit B durch Wiederlernen gefundenen Zahlen ebenfalls um 5 % ihres Wertes verkleinern müssen, um sie den für das Lernen gefundenen vergleichbar zu machen.

	L	*WL*	*WLk*	*Δ*	*Q*
	1095	625	594	501	49,6
	1195	821	780	415	37,4
	1133	669	636	497	47,4
	1153	687	653	500	46,8
	1134	626	595	539	51,4
	1075	620	589	486	49,1
	1138	704	669	469	44,5
	1078	565	537	541	54,5
	1205	770	731	474	42,3
	1104	723	687	417	40,9
	886	644	612	274	34,2
	958	591	562	396	45,4
	1046	739	702	344	35,8
	1122	790	750	372	35,9
	1100	609	579	521	51,3
	1269	709	674	595	50,0
m	1106	681	647	459	44,2 $w_m = 1$

III. 525 Minuten. 12 Versuche. Das Lernen zur Zeit A, das Wiederlernen zur Zeit C. Der verschiedene Einflufs der beiden Tageszeiten berechnet sich so: acht 13 silbige Reihen erforderten bei 38 Versuchen zur Zeit C 1173 Sek. ($w_m = 10$); gleichartige Reihen bei 92 Versuchen zur Zeit A 1027 Sek. ($w_m = 8$). Die erste Zahl ist um 12 % ihres Wertes gröfser als die zweite; soviel habe ich daher auch von den zur Zeit

C für das Wiederlernen gefundenen Zahlen in Abzug gebracht.

	L	*WL*	*WLk*	*Δ*	*Q*
	1219	921	811	408	36,0
	975	815	717	258	29,0
	1015	858	755	260	28,0
	954	784	690	264	30,4
	1340	955	840	500	39,8
	1061	811	714	347	35,6
	1252	784	690	562	48,2
	1067	860	757	310	31,6
	1343	1019	897	446	35,5
	1181	842	741	440	40,1
	1080	799	703	377	37,9
	1091	806	709	382	38,0
m	1132	855	752	380	35,8
					$w_m = 1$

IV. Ein Tag. 26 Versuche, davon 10 zur Zeit *A*, 8 zur Zeit *B* (hier wie überall mit nur je 6 Reihen), 8 zur Zeit *C*.

A

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	1072	811	261	26,4
	1369	861	508	39,6
	1227	823	404	35,4
	1263	793	470	39,9
	1113	754	359	34,9
	1000	644	356	38,9
	1103	628	475	46,7
	888	754	134	16,7
	1030	829	201	21,8
	1021	660	361	38,6
m	1109	756	353	33,8
				$w_m = 2$

B

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	889	650	239	29,0
	824	537	287	37,8
	897	593	304	36,5
	825	599	226	29,7
	854	562	292	37,0
	863	761	122	14,9
	742	433	309	45,6
	907	653	254	30,1
m	853	599	254	32,6
				w_m = 2,2

C

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	1212	935	277	24,6
	1215	797	418	37,0
	1096	647	449	44,4
	1191	684	507	45,8
	1256	898	358	30,6
	1295	781	514	42,5
	1146	936	210	19,8
	1064	750	314	32,1
m	1184	803	381	34,6
				w_m = 2,3

Die zu den verschiedenen Tageszeiten gefundenen mittleren Differenzen zwischen den Zeiten für das Lernen und denen für das Wiederlernen sind den absoluten Werten nach ziemlich verschieden (natürlich mufs man bei *B* die Zahl 254 erst mit $^4/_3$ multiplicieren, weil sie sich nur auf 6 Reihen bezieht). Die Verhältnisse aber dieser Differenzen zu den Zeiten für das erste Lernen (die *Q*) stimmen mit befriedigen-

der Annäherung überein. Vereinigt man daher sämtliche Q zu einem Gesamtmittel, so ergiebt sich $Q = 33{,}7$ ($w_m = 1{,}2$).

V. Zwei Tage. 26 Versuche, und zwar 11 zur Zeit A, 7 zur Zeit B, 8 zur Zeit C.

A

	L	WL	Δ	Q
	1066	895	171	17,4
	1314	912	402	32,7
	963	855	108	12,3
	964	710	254	28,9
	1242	888	354	30,6
	1243	710	533	46,0
	1144	895	249	23,5
	1143	874	269	25,4
	1149	953	196	18,4
	1090	855	235	23,4
	1376	847	529	41,0
m	1154	854	300	27,2
				$w_m = 2{,}3$

B

	L	WL	Δ	Q
	752	549	203	29,5
	1087	740	347	33,9
	1073	620	453	44,9
	826	693	133	17,5
	905	548	357	42,4
	811	763	48	6,4
	782	618	164	22,8
m	891	647	244	28,2
				$w_m = 3{,}5$

C

	L	*LW*	*Δ*	*Q*
	1246	889	357	31,6
	1231	885	346	30,2
	1273	1039	234	19,7
	1319	925	394	31,9
	1125	971	154	14,8
	1275	891	384	32,8
	1322	857	465	37,6
	1170	880	290	26,7
m	1245	917	328	28,1
				$w_m = 1{,}8$

Zusammenziehung der drei wiederum sehr nahe aneinander fallenden prozentischen Mittelwerte ergiebt für sämtliche 26 Versuche $Q = 27{,}8$ ($w_m = 1{,}4$).

VI. Sechs Tage. 26 Versuche, und zwar in der Verteilung 10, 8, 8 auf die drei mehrgenannten Zeiten.

A

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	1076	868	208	21,0
	992	710	282	31,1
	1082	756	326	32,7
	1260	973	287	24,4
	1032	864	168	17,7
	1010	955	55	5,9
	1197	818	379	34,1
	1199	828	371	33,3
	943	697	246	28,7
	1105	868	237	23,2
m	1090	834	260	25,2
				$w_m = 1{,}9$

B

	L	WL	Δ	Q
	902	564	338	40,3
	793	517	276	37,9
	848	639	209	26,5
	871	709	162	20,1
	1034	649	385	39,7
	745	728	17	2,5
	975	645	330	36,2
	805	766	39	5,3
m	872	652	220	26,1
				$w_m = 4$

C

	L	WL	Δ	Q
	1246	922	324	27,9
	1384	1097	237	19,0
	1293	939	354	21,0
	1401	988	413	31,4
	1214	992	222	19,7
	1299	1045	254	20,9
	1358	1047	311	24,4
	1305	881	424	34,8
m	1306	989	317	24,9
				$w_m = 1,6$

Der Durchschnitt der sämtlichen 26 prozentischen Arbeitsersparnisse beträgt 25,4 ($w_m = 1,3$).

VII. 31 Tage. 45 Versuche, in der Verteilung 20, 15, 10 auf die Zeiten *A*, *B*, *C*.

A

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	1069	813	256	26,0
	1109	785	324	31,6
	1268	858	410	34,7
	1280	902	378	31,6
	1180	848	332	30,3
	1095	888	207	20,5
	1089	988	101	10,1
	1113	1043	70	6,8
	1090	1025	65	6,5
	997	876	121	13,3
	1116	934	182	17,7
	1060	893	167	17,1
	930	796	134	15,9
	1030	769	261	27,6
	980	862	118	13,2
	1079	805	274	27,6
	1254	978	276	23,6
	1164	938	226	20,9
	1127	869	258	24,8
	1268	972	296	25,0
m	1115	892	223	21,2

$w_m = 1,3$

B

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	831	638	193	25,2
	867	516	351	43,7
	960	748	212	23,7
	828	675	153	20,0
	859	705	154	19,4
	838	661	177	22,9
	946	887	59	6,7
	833	780	53	6,9
	696	532	164	25,9
	757	626	131	18,9
	906	733	173	20,5
	1024	915	109	11,4
	930	780	150	17,3
	899	756	143	17,1
	1018	705	313	32,8
m	879	710	169	20,8

$w_m = 1,4$

C

	L	*WL*	*Δ*	*Q*
	1424	1004	420	31,4
	1307	1102	205	16,4
	1351	893	458	36,2
	1245	1090	155	13,4
	1258	895	363	31,0
	1155	1070	85	7,9
	1219	800	419	36,9
	1278	1110	168	14,1
	1120	1051	69	6,7
	1250	1055	195	16,7
m	1261	1007	254	21,1
				$w_m = 2,7$

Durchschnitt der sämtlichen 45 prozentischen Arbeitsersparnisse = 21,1 ($w_m = 0,8$).

Wie ein flüchtiger Blick über die vorstehenden Zahlen lehrt, haben für jedes Zeitintervall die bei dem Wiederlernen der Reihen hervortretenden Arbeitsersparnisse (die also je ein Mafs sein sollen für das nach Ablauf der betreffenden Zeit noch Behaltene) sehr schwankende Werte. Dies gilt namentlich von ihren absoluten Beträgen (Δ), aber auch von den Verhältniszahlen (Q). Die Ergebnisse stammen eben aus der früheren Periode der Untersuchungen und leiden unter allerlei störenden Einflüssen, auf die ich erst durch die Versuche selbst aufmerksam wurde.

Trotz aller Unregelmäfsigkeiten im einzelnen aber gruppieren sie sich im ganzen mit befriedigender Sicherheit zu einem in sich wohl zusammenstimmenden Bilde. Um dasselbe zu erkennen, sind die absoluten Gröfsen der ersparten Arbeiten weniger brauchbar. Dieselben hängen offenbar von den Tageszeiten ab, d. h. von den durch diese bewirkten

Veränderungen in der Zeit für das erste Lernen. Wo letztere am gröfsten ist (Zeit C), sind auch die Δ am gröfsten, für die Zeit B sind sie (nach Multiplikation mit $^4/_3$) dreimal unter vier Fällen gröfser als für die Zeit A. Dagegen sind die für das Verhältnis der jedesmaligen Arbeitsersparnis zu der ursprünglich aufgewandten Zeit gefundenen Zahlen (Q), wie es scheint, annähernd unabhängig von diesem Einflufs. Ihre Mittelwerte liegen für alle drei Tageszeiten stets dicht beisammen und lassen keinen bestimmten Charakter der Zu- oder Abnahme mit den späteren Stunden erkennen. Ich stelle daher letztere zusammen:

Nr.	I Nach Ablauf von x Stunden	II war von den gelernten Reihen noch soviel behalten, dafs bei ihrem Wiederlernen eine Ersparnis von Q Prozent der ursprünglichen Lernzeit erzielt wurde.	III w_m	IV Das bereits Vergessene war also äquivalent einer Arbeitsleistung von v Prozent der ursprünglich nötig gewesenen.
	$x =$	$Q =$		$v =$
1	0,33	58,2	1	41,8
2	1	44,2	1	55,8
3	8,8	35,8	1	64,2
4	24	33,7	1,2	66,3
5	48	27,8	1,4	72,2
6	6 × 24	25,4	1,3	74,6
7	31 × 24	21,1	0,8	78,9

§ 29.

Diskussion der Resultate.

1. Dafs das Vergessen anfänglich sehr schnell und weiterhin langsamer geschehe, wird man vermutlich behaupten, im allgemeinen vorausgesehen zu haben. Indes dürfte sowohl die anfängliche Schnelligkeit als die spätere Langsamkeit, so wie sich diese hier unter den bestimmten Bedingungen unserer

Experimente für eine bestimmte Individualität und bei 13silbigen Reihen herausstellten, überraschen. Eine Stunde nach Aufhören des Lernens war das Vergessen bereits soweit vorgeschritten, daſs über die Hälfte der ursprünglich aufgewandten Arbeit erneuert werden muſste, ehe die Reihen wieder reproduciert werden konnten; nach 8 Stunden betrug das zu Ersetzende fast $^2/_3$ des ersten Aufwandes. Allmählich aber verlangsamte sich der Prozeſs, so daſs selbst für gröſsere Zeiträume die Verluste nur eben noch sicher konstatierbar waren. Nach 24 Stunden haftete immer noch etwa ein Drittel, nach 6 Tagen ein Viertel und nach Ablauf eines vollen Monats noch ein reichliches Fünftel der erstverwandten Arbeit in seinen Nachwirkungen. Die Abnahme dieser Nachwirkung während der letzten Zeitintervalle ist augenscheinlich eine so langsame, daſs sich unschwer voraussagen läſst, eine völlige Verflüchtigung der Effekte des ersten Auswendiglernens würde bei diesen Reihen, falls sie sich selbst überlassen geblieben wären, erst nach sozusagen unendlich langer Zeit zu konstatieren gewesen sein.

2. Am mindesten befriedigend an den gefundenen Resultaten ist die geringe Differenz zwischen der 3ten und 4ten Zahl, im Verhältnis namentlich zu der gröſseren zwischen der 4ten und 5ten. In dem Zeitraum von 9—24 Stunden müſste darnach die Abnahme der Nachwirkung 2,1 % betragen haben, in der Zeit von 24 bis zu 48 Stunden 6,1 %; in späteren 24 Stunden daher etwa 3mal so viel als in früheren 15. Da nach allen übrigen Zahlen die Abnahme der Nachwirkung mit zunehmender Zeit eine erhebliche Verzögerung erleidet, ist ein solches Verhältnis nicht glaublich. Selbst nicht unter Zuziehung der — übrigens plausibeln — Annahme, daſs Nacht und Schlaf, die den gröſseren Teil jener 15, aber den kleineren der 24 Stunden ausmachen, die Abnahme der Nachwirkung ganz besonders

verlangsamen. Man wird daher annehmen müssen, daſs durch zufällige Störungen einer dieser drei Werte besonders stark beeinfluſst ist. Mit Rücksicht auf andere Beobachtungen würde es gut passen, die Zahl 33,7 % für das Wiederlernen nach 24 Stunden als etwas zu groſs anzusehen und zu vermuten, daſs sie bei genauerer Wiederholung der Versuche um 1—2 Einheiten kleiner ausfallen würde. Indes wird sie durch gleich mitzuteilende Beobachtungen doch auch wieder gestützt, so daſs ich eine Entscheidung nicht geben kann.

3. Bei dem speciellen, individuellen und noch dazu unsicheren Charakter unserer Zahlen wird man nicht gleich das „Gesetz" zu wissen verlangen, welches in ihnen zur Erscheinung kommt. Immerhin ist es merkwürdig, daſs sich alle 7 Werte, welche eine Zeit von 1/3 Stunde bis zu 31 Tagen (also vom einfachen bis zum 2000fachen) umfassen, mit leidlicher Annäherung einer ziemlich einfachen mathematischen Formel einfügen lassen. Ich nenne

t die Zeit in Minuten, gerechnet von 1 Minute vor Beendigung des Lernens,

b die bei dem Wiederlernen hervortretende Arbeitsersparnis, das Äquivalent des von dem ersten Lernen her Behaltenen, ausgedrückt in Prozenten der für dieses erste Lernen nötig gewesenen Zeit,

c und k zwei gleich zu bestimmende Konstanten.

Dann kann man schreiben

$$b = \frac{100\,k}{(\log t)^c + k}.$$

Setzt man für gemeine Logarithmen nach ungefährer Schätzung und ohne genauere Berechnung durch kleinste Quadrate

$$k = 1{,}84$$
$$c = 1{,}25,$$

so ergiebt sich:

t	b beobachtet	b berechnet	Δ
20	58,2	57	+ 1,2
64	44,2	46,7	— 2,5
526	35,8	34,5	+ 1,3
1440	33,7	30,4	+ 3,3
2 × 1440	27,8	28,1	— 0,3
6 × 1440	25,4	24,9	+ 0,5
31 × 1440	21,1	21,2	— 0,1

Die Abweichungen der berechneten von den beobachteten Zahlen gehen nur bei dem 2ten und 4ten Wert nennenswert über die wahrscheinlichen Fehlergrenzen hinaus. Für den vierten Wert sprach ich schon vorhin die Vermutung aus, dafs die Versuche ihn vielleicht etwas zu grofs ergeben haben könnten; der zweite leidet durch die Unsicherheit der angebrachten Korrektion. Durch die für t getroffene Bestimmung hat die Formel den Vorteil, dafs sie auch für den Moment gilt, in dem das Lernen gerade aufhört ($t = 1$) und hier richtig $b = 100$ giebt. In dem Moment, in dem die Reihen gerade hergesagt werden können, bedarf es natürlich für das Wiederlernen gar keiner Zeit mehr, die Ersparnis ist also eben so grofs wie die aufgewandte Arbeit.

Löst man die Formel nach k auf, so hat man

$$k = \frac{b\,(\log t)^c}{100 - b}.$$

In diesem Ausdruck ist $100 - b$, das Komplement der e r s p a r t e n Arbeit, nichts anderes als die bei dem Wiederlernen g e b r a u c h t e Arbeit, das Äquivalent des von dem Lernen her schon Vergessenen. Nennt man dasselbe v, so resultiert folgende einfache Beziehung:

$$\frac{b}{v} = \frac{k}{(\log t)^c}.$$

In Worten: wurden dreizehnsilbige sinnlose Reihen auswendig gelernt und nachher nach verschiedenen zeitlichen Intervallen wieder gelernt, so waren die Quotienten aus den hierbei ersparten und den hierbei gebrauchten Arbeitszeiten annähernd umgekehrt proportional einer kleinen Potenz der Logarithmen jener zeitlichen Intervalle. Oder kürzer und ungenauer: die Quotienten aus Behaltenem und Vergessenem verhielten sich umgekehrt wie die Logarithmen der Zeiten.

Natürlich hat dieser Satz und die ihm zu Grunde liegende Formel hier keinen anderen Wert, als den einer kurzen Notierung der obigen, unter den beschriebenen Umständen gefundenen, einmaligen Resultate. Ob sie darüber hinaus eine allgemeinere Bedeutung besitzen, wo dann die Verschiedenheiten anderer Umstände oder anderer Individualitäten in anderen Konstanten ihren Ausdruck finden würden, kann ich einstweilen nicht ausmachen.

§ 30.

Kontrollversuche.

Immerhin kann ich, allerdings immer nur für meine eigene Individualität, zwei der mitgeteilten Werte einigermaſsen stützen durch Versuche, die zu anderen Zeitperioden angestellt waren.

Aus einer noch älteren Periode als der der bisher mitgeteilten Untersuchungen besitze ich einige Versuche mit zehnsilbigen Reihen, deren je 15 zu einem Versuch zusammengefaſst waren. Die Reihen wurden erst gelernt und dann, jede Reihe durchschnittlich 18 Minuten nach der Beendigung des Lernens, wieder gelernt. Sechs Versuche ergaben dabei folgende Resultate:

	L	LW	Δ	Q*
	848	436	412	57,5
	963	535	428	50,9
	921	454	467	58,5
	879	444	435	57,5
	912	443	469	59,4
	821	461	360	51,6
m	891	462	429	56
				$w_m = 1$

Bei dem Wiederlernen zehnsilbiger Reihen 18 Minuten nach dem vorangegangenen ersten Auswendiglernen derselben wurden also 56 % der zuerst erforderlichen Arbeit gespart. Diese Zahl stimmt befriedigend genug mit derjenigen, die sich oben (S. 94) für das Wiederlernen dreizehnsilbiger Reihen nach 19 Minuten herausgestellt hatte, nämlich 58 %. Auch daſs letztere, trotz der etwas längeren Zwischenzeit, doch noch etwas gröſser ist, harmoniert, wie wir sehen werden, vollkommen mit den Ergebnissen des nächsten Abschnitts, nach denen auswendig gelernte kürzere Reihen etwas schneller vergessen werden als längere.

Aus der Versuchsperiode 1883/84 besitze ich 7 Versuche mit je neun 12silbigen Reihen, die 24 Stunden nach dem ersten Auswendiglernen wiedergelernt wurden. Dieselben ergaben folgende Zahlen:

(Tabelle siehe folgende Seite.)

* Die für Berechnung der Q von den L in Abzug gebrachte Zeit für zweimaliges Hersagen der 15 Reihen beträgt 123 Sekunden.

	L	WL	Δ	Q
	791	508	283	37,9
	750	522	228	32,3
	911	533	378	43,6
	725	494	231	33,9
	783	593	190	27,1
	879	585	294	35,2
	689	535	154	23,9
m	790	539	251	33,4
				$w_m = 1,7$

Die von dem ersten Auswendiglernen nach 24 Stunden noch konstatierbare Nachwirkung war also hier äquivalent einer Arbeitsersparnis von 33,4 % des ersten Aufwandes. Auch diese Zahl stimmt sehr befriedigend mit derjenigen überein, die oben für das Wiederlernen nach 24 Stunden bei 13 silbigen Reihen mitgeteilt wurde (33,7), obwohl beide in sehr weit auseinanderliegenden Zeitperioden und im Verfolg ganz verschiedener Untersuchungen erhalten wurden.

VIII.

Das Behalten als Funktion wiederholten Erlernens.

§ 31.

Fragestellung und Untersuchung.

Auswendig gelernte, dann sich selbst überlassene und später aufs neue gelernte Silbenreihen befinden sich, wie man annehmen mufs, in den Momenten, in denen sie gerade hergesagt werden können, in gleichen inneren Zuständen. Die Energie der auf sie gerichteten und sie abbildenden Vorstellungsthätigkeit ist in beiden Fällen gerade so weit gesteigert, dafs bestimmte gleiche Bewegungskombinationen sich an sie anschliefsen. Für die Zeiten nach dem Hersagen hört jene innere Gleichheit bald auf. Die Reihen werden allmählich vergessen, aber — wie man im allgemeinen genügend sicher weifs — die zweimal gelernten erheblich langsamer als die einmal gelernten. Geschieht das Wiederlernen nach einiger Zeit zum zweiten, dann zum dritten Male u. s. f., so graben sich die Reihen immer fester ein, sie weichen immer schwerer und könnten schliefslich, wie man voraussieht, ganz ebenso zu einem stets bereiten Besitz der Seele gemacht werden wie andere, sinnvolle und nützliche, Vorstellungsreihen.

Für dieses Abhängigkeitsverhältnis zwischen der zunehmenden Festigkeit der Reihen und der Anzahl von Malen, die sie durch erneutes Lernen wieder zur erstmöglichen Reproduktion gebracht worden sind, habe ich ebenfalls versucht, einige numerische Daten zu gewinnen. Die Beziehung ist eine ganz ähnliche wie die im VI^{ten} Abschnitt besprochene zwischen der zunehmenden Festigkeit und der Anzahl von Wiederholungen der Reihen. Aber in dem gegenwärtigen Falle geschehen die Wiederholungen nicht auf einmal, sondern zu verschiedenen Zeiten und in immer abnehmender Häufigkeit. Bei unserer beschränkten Einsicht in den inneren Zusammenhang dieser Vorgänge würde man gewifs nicht wagen, aus der Kenntnis des einen Verhältnisses etwas über das andere vorauszusagen.

Für die zeitlichen Intervalle zwischen den einzelnen Malen, zu denen das Wiederlernen stattfand, habe ich nur eine einzige Gröfse gewählt, nämlich 24 Stunden. Dafür habe ich diesmal Reihen von verschiedener Länge in Untersuchung gezogen und zwar solche von 12, 24 und 36 Silben. Von den ersten waren jedesmal 9, von den zweiten 3 und von den dritten 2 zu einem Versuch vereinigt. Aufserdem habe ich mehrere Versuche mit je sechs Stanzen des Byronschen Don Juan angestellt.

Die Versuche bestanden also darin, dafs die betreffende Anzahl von Reihen erst gelernt und dann an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen immer zur selben Stunde wiedergelernt wurde, jedesmal bis zur erstmöglichen Reproduktion. Bei den Silbenreihen betrug die Zahl dieser Tage sechs, bei den Byronschen Stanzen nur vier. Am 5ten Tage nämlich konnten die Stanzen im allgemeinen ohne erneute Wiederholung noch fehlerfrei hergesagt werden, sodafs die aufgeworfene Frage von hier ab ihren Sinn verlor. Für jede Art von Reihen habe

ich 7 Versuche angestellt. Die Gesamtzahl der Einzelversuche beträgt demnach 154, von denen einige allerdings nur wenige Minuten in Anspruch nahmen.

Die Zahlen der folgenden Tabellen bedeuten die Wiederholungen, welche nötig waren, um die betreffenden Reihen gerade bis zur erstmöglichen Reproduktion (diese incl.) zu lernen; die römischen Ziffern bezeichnen die aufeinanderfolgenden Tage.

1. Neun Reihen zu zwölf Silben.

	I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*
	158	102	71	50	38	30
	151	107	74	42	34	30
	175	105	84	60	36	33
	149	102	72	54	35	28
	163	124	69	61	35	31
	173	117	86	64	42	37
	138	106	71	59	37	30
m	158	109	75	56	37	31
w_m	3,4	2	1,7	2	0,7	0,7

2. Drei Reihen zu 24 Silben.

	I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*
	122	73	45	29	21	16
	127	73	40	25	18	15
	154	78	47	27	18	12
	139	61	33	17	12	10
	133	73	36	26	18	14
	142	66	42	26	17	14
	124	70	36	24	16	14
m	134	71	40	25	17	14
w_m	2,9	1,4	1,3	1	0,7	0,5

3. Zwei Reihen zu 36 Silben.

	I	II	III	IV	V	VI
	115	52	23	18	9	8
	124	59	33	21	12	10
	137	55	26	17	12	8
	109	48	21	16	10	10
	87	39	21	15	13	8
	105	40	22	17	12	10
	110	41	21	16	10	11
m	112	48	24	17	11	9
wm	4	2	1,1	0,5	0,4	0,3

4. Sechs Stanzen aus Byrons Don Juan (Canto X).

	I	II	III	IV
	53	29	18	11
	56	29	16	10
	53	30	15	10
	49	25	14	9
	53	27	16	10
	53	34	21	9
	50	28	17	10
m	52	29	17	10
wm	0,6	0,7	0,6	0,2

Um die verschiedenen Beziehungen zwischen den resultierenden Mittelwerten anschaulicher hervortreten zu lassen, ist es nötig, sämtliche Zahlen auf dieselbe Einheit zu reducieren, d. h. sie durch die jedesmalige Anzahl der zu einem Versuch zusammengefaſsten Reihen zu dividieren. Geschieht dies (s. oben S. 63) und wird gleichzeitig die für das Hersagen erforderliche Wiederholung in Abzug gebracht, so ergiebt sich folgende Tabelle (die Zahlen sind auf halbe, resp. viertel Einheiten abgerundet):

Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der Wiederholungen, die durchschnittlich für das blofse Lernen einer Reihe an den aufeinander folgenden Tagen erforderlich waren					
	I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*
12	16,5	11	7,5	5	3	2,5
24	44	22,5	12,5	7,5	4,5	3,5
36	55	23	11	7,5	4,5	3,5
1 Stanze D. J.	7,75	3,75	1,75	0,5	(0)	(0)

Diese Zahlen geben unter mehreren Gesichtspunkten Anlafs zu näherer Besprechung.

§ 32.

Einflufs der Länge der Reihen.

Wenn wir zunächst blofs die Resultate für den ersten und zweiten Tag des Lernens berücksichtigen, so erhalten wir eine zwar vorauszusehende aber immerhin willkommene Ergänzung der im V^ten^ Abschnitt mitgeteilten Abhängigkeitsbeziehung. Dort zeigte sich, dafs bei wachsender Länge der Reihen in sehr schneller Zunahme wachsende Anzahlen von Wiederholungen nötig waren, um sie gerade zu lernen. Hier ergiebt sich, dafs der Effekt dieses Mehrbedarfs an Wiederholungen in den untersuchten Fällen nicht blofs darin bestand, die Reihen eben reproducierbar zu machen, sondern dafs durch die zahlreicheren Wiederholungen die längeren Reihen auch fester eingeprägt wurden. Nach 24 Stunden konnten sie mit einer absolut und relativ gröfseren Ersparnis an Wiederholungen bis zur abermaligen erstmöglichen Reproduktion wieder gelernt werden.

Die nachfolgende Tabelle läfst dieses Verhältnis deutlich erkennen.

Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der Wiederholungen für das Auswendiglernen	Ersparnis an Wiederholungen bei dem Wiederlernen nach 24 Stunden	Ersparnis in Prozenten des Erfordernisses für das erste Lernen
12	16,5	5,5	33,3
24	44	21,5	48,9
36	55	32	58,2

Bei den kürzesten der untersuchten Reihen betrug die Ersparnis bei dem zweiten Lernen 1/3 des ersten Aufwandes, bei den längsten etwa 6/10. Man könnte also sagen, die Reihen von 36 Silben seien durch das Lernen bis zur erstmöglichen Reproduktion verhältnismäfsig beinahe doppelt so fest eingeprägt worden als die von 12 Silben.

Hierin liegt nun nicht gerade etwas besonders Neues. Auf Grund der bekannten Erfahrung, dafs das mit gröfseren Schwierigkeiten Gelernte dafür desto fester zu haften pflegt, hätte man sich wohl getraut, einen solchen Effekt der gröfseren Anzahl von Wiederholungen vorher zu sagen.

Was man vielleicht nicht vorausgesagt hätte und was doch auch Beachtung verdient, ist die nähere Bestimmung dieses allgemeinen Verhältnisses. Soweit die Zahlen nämlich gehen, scheinen sie darzuthun, dafs zwischen der Zunahme der für das erste Lernen nötigen Wiederholungen und der Zunahme der durch sie jedesmal bewirkten inneren Festigkeit der Reihen nicht etwa Proportionalität besteht. Weder die absoluten noch die relativen Arbeitsersparnisse schreiten in derselben Weise fort wie die Anzahlen der Wiederholungen; jene vielmehr merklich schneller, diese merklich langsamer. Man darf also nicht im genauen Sinn der Worte sagen: je häufiger eine Reihe heute wiederholt werden mufste, um auswendig hergesagt werden zu können, desto mehr Wiederholungen werden bei ihrer Repetition nach 24 Stunden ge-

spart. Die obwaltende Gesetzmäſsigkeit scheint vielmehr verwickelterer Art zu sein, und ihre genauere Feststellung bedürfte umfassenderer Untersuchungen.

Das Verhältnis der Wiederholungen für das Lernen und das Repetieren der englischen Stanzen bedarf keiner Erläuterung. Dieselben wurden am ersten Tage auswendig gelernt mit weniger als der Hälfte der Wiederholungen, die für die kürzesten der untersuchten Silbenreihen nötig waren. Sie erlangten aber dadurch eine so groſse Festigkeit, daſs für ihre Repetition am nächsten Tage verhältnismäſsig nicht mehr Arbeit erfordert wurde als für Silbenreihen von 24 Silben, nämlich etwa die Hälfte des ersten Aufwandes.

§ 33.

Einfluſs des wiederholten Erlernens.

Wir fassen jetzt die Resultate für die sämtlichen aufeinanderfolgenden Tage ins Auge. An jedem folgenden Tage ist die durchschnittliche Anzahl von Wiederholungen für das Auswendiglernen einer bestimmten Reihe geringer als an dem vorangegangenen. Diese Abnahme der für die Herbeiführung der erstmöglichen Reproduktion jedesmal erforderlichen Arbeitsleistungen ist bei den längeren Reihen, bei denen der erste Aufwand groſs ist, eine verhältnismäſsig schnellere, bei den kürzeren, bei denen der erste Aufwand kleiner ist, eine verhältnismäſsig langsamere. Dadurch nähern sich die für die verschiedenen Reihen erforderlichen Anzahlen von Wiederholungen mehr und mehr. Bei den Reihen von 24 und 36 Silben springt das schon vom zweiten Tage ab in die Augen; vom vierten Tage ab fallen die Zahlen für beide Reihenlängen geradezu zusammen. Und am fünften Tage sind sie auch den nach minder schneller Abnahme noch erforderlichen An-

zahlen von Wiederholungen für das Lernen 12silbiger Reihen sehr nahe gerückt.

Eine einfache Gesetzmäfsigkeit läfst sich in diesen successiv abnehmenden Arbeitserfordernissen nicht erkennen. Die Quotienten der an zwei aufeinanderfolgenden Tagen nötigen Wiederholungen nähern sich allmählich der Einheit. Werden die Wiederholungen für das Hersagen nicht, wie in der Schlufstabelle des § 31 geschehen ist, abgezogen, sondern hinzugerechnet, so geschieht diese Annäherung noch etwas rascher. (Bei den englischen Stanzen findet sie überhaupt nur in diesem Falle statt.) Indes der Gang der Zahlen läfst sich nicht durch eine einfache Formel beschreiben.

Eher ist dies der Fall, wenn man nicht die allmählich abnehmenden Arbeitserfordernisse, sondern die ebenfalls allmählich abnehmenden Arbeitsersparnisse in Betracht zieht.

Nr.	Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der Wiederholungen, die durchschnittlich bei dem Lernen einer Reihe an den aufeinander folgenden Tagen gespart wurden				
		I—II	*II—III*	*III—IV*	*IV—V*	*V—VI*
1	12	5,5	3,5	2,5	2	0,5
2	24	21,5	10	5	3	1
3	36	32	12	3,5	3	1
4	1 Stanze D. J.	4	2	1,25	0,5	—

Von diesen Zahlenfolgen bilden zwei, nämlich die zweite und vierte Reihe, mit grofser Annäherung abnehmende geometrische Progressionen mit dem Exponenten 0,5. Sehr geringe Änderungen der Zahlen würden genügen, um die Übereinstimmung vollständig herzustellen. Auch die Reihe No. 1 würde noch durch mäfsige Änderungen in eine geometrische Progression mit dem Exponenten 0,6 verwandelt werden können. Dagegen würde man, um aus No. 3 eben-

falls eine geometrische Progression zu gewinnen (deren Exponent dann etwa ein Drittel sein würde), schon einen groben Fehler in den Untersuchungsresultaten annehmen müssen.

Wenn nicht für alle, so kann man also doch für die Mehrzahl der gefundenen Resultate den Zusammenhang, in dem sie stehen, so formulieren: wurden sinnlose Silbenreihen oder Strophen eines Gedichtes an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen jedesmal bis zur erstmöglichen Reproduktion auswendig gelernt, so bildeten annähernd die successiven Differenzen der dazu erforderlichen Wiederholungen abnehmende geometrische Progressionen. Bei Silbenreihen verschiedener Länge waren die Exponenten dieser Progressionen kleiner für die längeren, gröſser für die kürzeren Reihen.

Da gerade die hier besprochenen Versuche, wenn sie auch im einzelnen nicht zeitraubender sind als die anderen, doch verhältnismäſsig sehr viele Versuchstage beanspruchen, so sind die einzelnen Zahlen Mittelwerte aus je einer ziemlich geringen Anzahl von Beobachtungen. Ob also die in den bisherigen Resultaten annähernd verwirklichte einfache Gesetzmäſsigkeit bei einer Wiederholung oder weiteren Ausdehnung der Versuche Stich halten würde, kann ich hier noch weniger sicher sagen, als anderswo. Ich begnüge mich, auf sie aufmerksam zu machen, ohne sie irgendwie besonders accentuieren zu wollen.

§ 34.

Einfluſs der einzelnen Wiederholungen.

Die Fragestellung des gegenwärtigen Abschnitts ist, wie schon gesagt wurde, nahe verwandt derjenigen des VI[ten] Abschnitts. In beiden Fällen wird der Einfluſs zunehmender Anzahlen von Wiederholungen auf die dadurch erzielte immer

festere Einprägung von Silbenreihen untersucht. Nur wurden dort die sämtlichen Wiederholungen unmittelbar hinter einander vorgenommen, ohne Rücksicht darauf, ob und wie das spontane Hersagen der Reihen durch sie erreicht wurde; hier waren sie über mehrere aufeinanderfolgende Tage verteilt, und für ihre Zumessung an die einzelnen Tage war die jedesmalige Erreichung der erstmöglichen Reproduktion mafsgebend. Haben nun die in beiden Fällen gefundenen Resultate, wenigstens für meine eigene Individualität, eine allgemeinere Gültigkeit, so wird man erwarten, dafs sie, soweit eine Vergleichung möglich ist, auch mit einander harmonieren. D. h. man wird erwarten, dafs auch hier, so wie es oben gefunden wurde, die Wirkung der späteren Wiederholungen (also derjenigen des II^ten^, III^ten^ u. s. w. Tages) zuerst ungefähr eben so grofs ist wie diejenige der früheren, um weiterhin mehr und mehr abzunehmen.

Eine genauere Vergleichung ist nun allerdings nicht möglich. Zunächst haben die Reihen des VI^ten^ Abschnitts und die jetzt besprochenen verschiedene Länge. Dann aber wäre das, worauf es ankommt, die abgesonderte Ermittelung des reinen Einflusses der an den einzelnen Tagen stattfindenden Wiederholungen, nur durch Annahmen möglich, die an sich plausibel sein möchten auf Grund der vorliegenden Daten, aber wegen der Unsicherheit dieser Daten allzu anfechtbar bleiben würden.

Wir fanden z. B., dass neun 12silbige Reihen an sechs aufeinanderfolgenden Tagen gelernt wurden mit 158, 109, 75, 56, 37, 31 Wiederholungen. Der Effekt der ersten 158 Wiederholungen ist hier unmittelbar gegeben in den 109 Wiederholungen des zweiten Tages, resp. in der Differenz 158—109. Aber wenn wir nun weiter den reinen Effekt dieser hinzugetretenen 109 Wiederholungen wissen wollen, die durch sie

allein bewirkte Ersparnis am dritten Tage, so dürfen wir diese nicht einfach in der Differenz 109—75 erblicken. Wir müfsten vielmehr wissen, mit wieviel Wiederholungen (x) die Reihen am dritten Tage gelernt worden wären, wenn am zweiten Tage gar keine Wiederholungen stattgefunden hätten, und hätten dann in der Differenz x—75 die abgesonderte Wirkung der thatsächlich vorgenommenen 109 Wiederholungen. Da das Vergessen vom zweiten zum dritten Tage etwas fortschreitet, so würde x etwas gröfser sein als 109. Ebenso müfsten wir zur Ermittelung des weiteren Einflusses der 75 Wiederholungen des dritten Tages irgendwoher erfahren können, mit wieviel Wiederholungen (y) Reihen, die am ersten Tage 158 mal, dann am zweiten Tage 109 mal wiederholt wurden, am vierten Tage auswendig gelernt worden wären. Die Differenz y—56 ergäbe dann das Mafs jenes Einflusses u. s. f. Für die Ermittelung von x würden die Untersuchungen des VIIten Abschnitts einen gewissen Anhalt liefern. Dort ergab sich, dafs bei 13silbigen Reihen das nach 24 Stunden Vergessene zu dem nach 2 × 24 Stunden Vergessenen sich etwa verhält wie 66 : 72. Aber die Benutzung dieses — noch dazu unsicheren — Verhältnisses würde nur für die 12silbigen Reihen angehen und für die Berechnung von y u. s. f. wäre damit auch nicht geholfen. Man könnte höchstens annehmen, dafs die dafür in Betracht kommenden Quotienten der Einheit noch näher kämen.

Ich verzichte daher auf diese unsicheren Annahmen ganz und teile einfach die Verhältnisse der successive vorgenommenen Wiederholungen zu den successive hervortretenden Arbeitsersparnissen mit, indem ich darauf aufmerksam mache, dafs die vorauszusetzende reine Wirkung der einzelnen Wiederholungen durch etwas gröfsere und vermutlich weniger divergierende Zahlen repräsentiert werden würde.

Zahl der Silben jeder Reihe	Durch jede Wiederholung an den einzelnen Tagen wurden (in Bruchteilen ihres eigenen Wertes) 24 Stunden später folgende Ersparnisse erzielt				
	I	*II*	*III*	*IV*	*V*
12	0,31	0,31	0,25	0,34	0,16
24	0,47	0,44	0,38	0,32	0,16
36	0,57	0,50	0,29	0,35	0,18

Obwohl der Gang dieser (in ihren absoluten Werten, wie gesagt, ungenauen) Zahlen nur bei den 24silbigen Reihen ein leidlich regelmäſsiger ist, paſst sein allgemeiner Charakter doch überall ganz wohl zu dem, was man nach den Ergebnissen des vierten Abschnittes erwarten sollte. Der Effekt der Wiederholungen ist zuerst (für Tag I u. II) annähernd konstant, die durch sie erzielten Arbeitsersparnisse wachsen also ziemlich lange proportional ihrer Anzahl; allmählich wird die Wirkung eine geringere; und endlich, wenn die Reihen so fest sitzen, daſs sie nach 24 Stunden noch beinahe spontan hergesagt werden können, zeigt sie sich sehr abgeschwächt. Die Resultate des vierten und die des gegenwärtigen Abschnittes stützen sich also, soviel man erkennen kann, gegenseitig.

Indes mache ich noch auf einen bemerkenswerten Unterschied aufmerksam. Wir fanden oben (S. 82), daſs sechs 12silbige Reihen, die zu einer bestimmten Zeit durchschnittlich 410 mal wiederholt worden waren, 24 Stunden später nach durchschnittlich 41maliger Wiederholung wieder auswendig hergesagt werden konnten. Für eine einzelne 12silbige Reihe hatten demnach 68 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen den Effekt, daſs am nächsten Tage das erste fehlerfreie Hersagen nach 7 Wiederholungen möglich wurde. Bei den gegenwärtigen Versuchen mit Verteilung der Wiederholungen auf mehrere Tage trat derselbe Effekt etwa am vierten Tage ein: neun 12silbige Reihen wurden mit 56 Wieder-

holungen auswendig gelernt, jede Reihe also mit etwa 6 Wiederholungen. Aber die zur Erzielung dieser Wirkung vorher nötig gewesene Anzahl von Wiederholungen betrug für neun Reihen nur 158 + 109 + 75 = 342, für eine einzelne Reihe also 38. Auf das Wiederlernen einer 12silbigen Reihe zu einer bestimmten Zeit hatten demnach 38 Wiederholungen, in gewisser Weise auf die drei vorangegangenen Tage verteilt, einen ebenso günstigen Einfluſs wie 68 Wiederholungen, die unmittelbar nacheinander am Tage vorher vorgenommen wurden. Macht man hier der Unsicherheit der nur auf wenige Versuche basierten Zahlen selbst die gröſsten Konzessionen, so bleibt ihre Differenz immer noch erheblich genug. Sie macht die Annahme wahrscheinlich, daſs bei einer gröſseren Anzahl von Wiederholungen eine angemessene Verteilung derselben über einen gewissen Zeitraum bedeutend vorteilhafter ist als ihre Kumulierung auf eine bestimmte Zeit. Das instinktive Verfahren der Praxis stimmt mit diesem, hier nur für sehr beschränkte Bedingungen gewonnenen Resultat überein: ein Schulknabe pflegt das Auswendiglernen seiner Vokabeln und Regeln nicht auf einmal am Abend erzwingen zu wollen, er weiſs, daſs er sie am nächsten Morgen nochmal einprägen muſs; ein Lehrer verteilt das Klassenpensum nicht gleichmäſsig über die ganze dafür zur Verfügung stehende Zeit, sondern reserviert von vornherein einen Teil derselben für ein- oder mehrmalige Repetition.

IX.

Das Behalten als Funktion der Aufeinanderfolge der Reihenglieder.

**„How odd are the connections
„Of human thoughts which jostle in their flight."**

---

§ 35.

Die Association nach der zeitlichen Folge und ihre Erklärung.

Ich wende mich zu einer zusammengehörigen Gruppe von Untersuchungen über Associationsverhältnisse, deren Resultate, wie mir scheint, theoretisch von besonderem Interesse sind.

Das unwillkürliche Wiederauftauchen psychischer Gebilde aus dem Dunkel des Gedächtnisses an das Licht des Bewufstseins geschieht, wie man weifs und wie schon erwähnt wurde, nicht beliebig und zufällig, sondern in gewissen regelmäfsigen Formen, gemäfs den sogenannten Associationsgesetzen. Das allgemeine Wissen um diese ist eben so alt wie die Psychologie selbst, seine genauere Fassung dagegen ist — charakteristisch genug — bis in die Gegenwart hinein streitig geblieben. Jede neue Darstellung setzt sich aufs neue auseinander mit dem Inhalt einiger Zeilen des Aristoteles, und nach dem Stande unseres Wissens hat sie allerdings auch die Verpflichtung dazu.

Von diesen „Gesetzen“ nun — wenn man sich mit dem Sprachgebrauch und hoffentlich in Anticipation der Zukunft die Anwendung eines hohen Wortes auf Formeln von ziemlich vagem Charakter gestattet — von diesen Gesetzen ist eines niemals bestritten und angezweifelt worden. Es pflegt etwa so formuliert zu werden: Vorstellungen, welche gleichzeitig oder in unmittelbarer Aufeinanderfolge in demselben Bewufstsein erzeugt wurden, reproducieren sich gegenseitig, und zwar mit gröfserer Leichtigkeit in der Richtung der ursprünglichen Folge, und mit um so gröfserer Sicherheit, je häufiger sie beisammen waren.

Diese Art der unwillkürlichen Reproduktion ist eine der best beglaubigten und häufigst verwirklichten Thatsachen des ganzen psychischen Geschehens; sie durchsetzt in unabtrennbarer Weise jede, auch die sogenannte willkürliche, Reproduktion. Der bewufste Wille z. B. in allen den zahlreichen Reproduktionen von Silbenreihen, die wir kennen lernten, beschränkte sich auf die allgemeine Absicht des Reproducierens und auf die Ergreifung des Anfangsgliedes. Das Übrige schlofs sich daran sozusagen von selbst und eben in Erfüllung jenes Gesetzes, dafs reihenförmig Zusammengewesenes sich in derselben Reihenform reproduciert.

Indessen man hat sich, wie natürlich, nicht begnügt mit der Anerkennung dieser evidenten Thatsache, sondern man hat versucht, sie zu verstehen, einzudringen in das innere Getriebe, dem sie als Wirkung entspringt. Geht man diesen Spekulationen über das Warum einen Augenblick nach, so stöfst man nach zwei Schritten auf Unklarheiten und auf die Grenze unseres Wissens über das Wie.

Gewöhnlich beruft man sich zur Erklärung dieser Form der Association auf die Natur der Seele. Die psychischen Vorgänge, sagt man, sind nicht ein passives Geschehen, sondern

Thätigkeiten eines Subjekts. Was ist nun natürlicher, als dafs dieses einheitliche Wesen die Inhalte seiner ebenfalls einheitlichen Akte in gewisser Weise zusammenschnürt? Das was gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander vorgestellt wird, wird in einem Akt des Bewufstseins erfafst und ebendadurch innerlich aneinander gekettet, natürlich um so fester, je häufiger dieses Band einer Bewufstseinseinheit darum geschlungen wurde. Wird nun einmal durch irgend einen Zufall nur ein Teil eines so zusammengehörigen Komplexes erzeugt, wie kann er anders, als die übrigen Teile an jenem alle zusammenhaltenden Bande nach sich ziehen?

Zunächst erklärt diese Vorstellung nicht ganz was sie wollte. Denn die übrigen Teile des Komplexes werden nicht nur einfach herbeigezogen, sondern sie folgen dem Zuge in einer ganz bestimmten Ordnung. Werden die Teilinhalte lediglich durch ihre Zugehörigkeit zu einem Bewufstseinsakt, und demnach doch alle in gleicher Weise, zusammengefafst, wie kommt es, dafs eine Folge von Teilinhalten gerade in derselben Folge und nicht in einer beliebigen Permutation wiederkehrt? Um auch dies verständlich zu machen, kann man in zwiefacher Weise weitergehen.

Entweder man kann sagen: eine Zusammenfassung des in einem Bewufstseinsakt gleichzeitig Gegenwärtigen geschieht nur von Glied zu Folgeglied, aber nicht über andere Glieder hinweg; sie wird aus irgendwelchen Gründen durch Zwischenglieder inhibiert, aber nicht durch das Dazwischentreten von Pausen, wofern nur Anfang und Ende der Pause noch in einem Bewufstseinsakt erfafst werden können. Damit ist man zu den Thatsachen wieder zurückgekehrt, aber der Vorteil, den die ganz plausible Berufung auf die einheitlichen Bewufstseinsakte bot, ist stillschweigend wieder preisgegeben. Denn wie sehr man auch über die Zahl von

Vorstellungen streiten möge, welche e i n Bewufstseinsakt zu umfassen vermag, es ist ganz sicher, dafs wir, wenn nicht immer, so doch zumeist mehr als z w e i Glieder einer Folge noch in einem solchen Akte ergreifen. Benutzt man aber die eine Seite des Erklärungsgrundes, die Einheitlichkeit, als willkommenes Moment, so mufs man sich auch mit der anderen Seite, der Vielheit von Gliedern, abzufinden wissen und ihr nicht, auf vermutete aber unangebbare Gründe hin, das Dreinreden verbieten. Sonst hat man im Grunde doch nur gesagt, wobei man ja möglicherweise stehen bleiben m u f s: es ist so, weil es Gründe giebt, dafs es so ist.

Man wird also vielmehr versucht sein, so zu sagen. Die in e i n e m Bewufstseinsakt aufgefafsten Vorstellungen werden allerdings alle mit einander verknüpft, aber nicht alle in derselben Weise. Die Stärke der Verbindung ist vielmehr eine abnehmende Funktion der Zeit oder auch der Anzahl der Zwischenglieder; sie ist um so geringer, je gröfser das Intervall ist, welches die einzelnen Glieder trennt. Sei *a*, *b*, *c*, *d* eine Reihe, die gerade noch in einem Akt vorgestellt wird, so wird die Verknüpfung des *a* mit *b* stärker sein als die mit dem späteren *c*, und diese wiederum stärker als die mit *d*. Wird *a* irgendwoher wiedererzeugt, so bringt es zwar sowohl *b* wie *c* und *d* mit sich, aber das ihm enger verknüpfte *b* mufs sich leichter und eher einstellen, dann das diesem eng verbundene *c* u. s. f. Die Reihe mufs also, obwohl alle ihre Glieder unter einander verknüpft sind, doch gerade in der ursprünglichen Folge wieder ins Bewufstsein treten.

Eine solche Vorstellung ist in folgerichtiger Weise von Herbart ausgesponnen worden. Den Grund der Verknüpfung der unmittelbar aufeinanderfolgenden Vorstellungen sieht er nicht direkt in der Einheitlichkeit der Bewufstseinsakte, aber in etwas Ähnlichem: gegensätzliche Vorstellungen, die in der

einheitlichen Seele zusammen zu sein gezwungen sind, können dies nur dadurch, daſs sie sich teilweise hemmen und dann in ihren Resten mit einander verschmelzen, sich verknüpfen. Doch dies ist für unseren Zweck nebensächlich; er fährt dann fort:

„Eine Reihe *a*, *b*, *c*, *d* . . . sei in der Wahrnehmung gegeben worden, so ist durch andere, im Bewusstsein vorhandene, Vorstellungen schon *a*, von dem ersten Augenblicke der Wahrnehmung an, und während deren Dauer, einer Hemmung ausgesetzt gewesen. Indessen nun *a*, schon zum Teil im Bewusstsein gesunken, mehr und mehr gehemmt wurde, kam *b* dazu. Dieses, Anfangs ungehemmt, verschmolz mit dem sinkenden *a*. Es folgte *c*, und verband sich, selbst ungehemmt, mit dem sich verdunkelnden *b* und dem mehr verdunkelten *a*. Desgleichen folgte *d*, um sich in verschiedenen Abstufungen mit *a*, *b*, *c* zu verknüpfen. — Hieraus entspringt *für jede* von diesen Vorstellungen ein Gesetz, wie sie, nachdem die ganze Reihe eine Zeitlang aus dem Bewusstsein verdrängt war, auf eigne Weise beim erneuerten Hervortreten *jede andre* Vorstellung der nämlichen Reihe aufzurufen bemüht ist. Angenommen, *a* erhebe sich zuerst, so ist es mehr mit *b*, minder mit *c*, noch minder mit *d* u. s. w. verknüpft; rückwärts aber sind *b*, *c*, *d* sämmtlich im ungehemmten Zustande den Resten von *a* verschmolzen; folglich sucht *a* sie alle völlig wiederum bis zum ungehemmten Vorstellen zu bringen; aber es wirkt am schnellsten und stärksten auf *b*, langsamer auf *c*, noch langsamer auf *d* u. s. w. (wobei die feinere Untersuchung ergibt, dass *b* wieder sinkt, indem *c* noch steigt; ebenso *c* sich senkt, während *d* steigt u. s. w.); kurz, die Reihe läuft ab, wie sie gegeben war. — Nehmen wir dagegen an, *c* werde ursprünglich reproduciert, so wirkt es zwar auf *d* und die nachfolgenden gerade, wie eben von

a gezeigt, das heisst, die Reihe *c*, *d* . . . läuft ihrer Ordnung gemäss allmählich ab. *Hingegen b und a erfahren einen ganz anderen Einfluſs;* mit ihren verschiedenen *Resten* war das *ungehemmte c* verschmolzen; es wirkt also auch auf sie *mit seiner ganzen Stärke* und ohne Zögerung, aber nur, um den mit ihm verbundenen Rest von *a* und von *b* zurückzurufen, also um *einen Theil* von *b* und *einen kleineren Theil* von *a* ins Bewusstsein zu bringen. So geschieht es, wenn wir an irgend etwas aus der Mitte einer uns bekannten Reihe erinnert werden; das Vorhergehende stellt sich *auf einmal, in abgestufter Klarheit dar;* das Nachfolgende hingegen *läuft in unsern Gedanken ab*, wie die Reihenfolge es mit sich bringt. Aber niemals läuft die Reihe rückwärts, niemals entsteht, ohne geflissentliches Bemühen, ein Anagramm aus einem wohlaufgefassten Worte *."

Nach dieser Auffassung also sind die associativen Fäden, welche eine innerlich behaltene Reihe zusammenhalten, nicht nur einfach zwischen Glied und Folgeglied gesponnen, sondern es bestehen solche Fäden zwischen jedem einzelnen

---

* Herbart, Lehrb. z. Psychol. § 29 (W.W.[1] V S. 26 f.). Eine ähnliche „ansprechende" Ansicht, wie er sie nennt, entwickelt Lotze, Metaphysik (1879) S. 527, mit der Modifikation, daſs er die verschiedene Stärke der Vorstellungen, die er verwarf, zu eliminieren sucht. Er hängt freilich nicht sehr daran. Den eigentlichen Grund der getreuen Reproduktion von Reihen sieht er, übereinstimmend mit der oben zuerst besprochenen Ansicht, darin, daſs sich die Association nur von Glied zu Folgeglied knüpft. Dementsprechend lehrt er in den Vorlesungsdiktaten über Psychologie (S. 22): „Jede zwei Vorstellungen, gleichviel, welches ihr Inhalt sein mag, associieren sich, wenn sie entweder gleichzeitig oder unmittelbar, d. h. ohne ein Zwischenglied, aufeinander folgend erzeugt werden. Und hierauf würde auch ohne weitere Künste die besondere Leichtigkeit zu gründen sein, mit der wir eine Anzahl Vorstellungen ihrer Reihe nach, aber nicht ausser der Reihe wiederholen." Mit den „weiteren Künsten" ist doch wohl der Herbartsche Versuch einer Zurechtlegung gemeint.

Glied und allen zeitlich benachbarten, über die Zwischenglieder hinweg. Die Stärke der Fäden variiert mit der Distanz der Glieder, aber selbst die schwächeren von ihnen müſsten immer noch als relativ erhebliche angesehen werden.

Für unsere Vorstellungen von dem inneren Zusammenhang des geistigen Geschehens, von der Reichhaltigkeit und Kompliciertheit seiner Gruppen und seiner Gliederung ist die Annahme oder Verwerfung dieser Auffassung offenbar von groſser Bedeutung. Aber ebenso offenbar ist es ziemlich müſsig, über sie zu streiten, wenn man sich auf die Beobachtung des bewuſsten geistigen Lebens beschränkt, auf die Registrierung dessen, was das Meer dieses Lebens zufällig und gelegentlich einmal gerade bis an die Oberfläche wirbelt. Denn da, der Voraussetzung nach, die von Glied zu Folgeglied gesponnenen Fäden zwar nicht die einzigen, aber doch die stärkeren sein sollen, so werden sie für das dem Bewuſstsein Erscheinende im allgemeinen die maſsgebenden und also die einzig zu beobachtenden sein.

Dagegen erlaubt die den bisher mitgeteilten Untersuchungen zu Grunde gelegte Methode, bestehende Verbindungen selbst von geringer Stärke aufzudecken, dadurch, daſs sie künstlich verstärkt werden, bis sie ein bestimmtes gleiches Niveau der Reproducierbarkeit erreichen. Ich habe daher nach dieser Methode noch eine gröſsere Anzahl von Versuchen angestellt, um die in Frage stehende Auffassung auf dem Gebiet unserer Silbenreihen experimentell zu prüfen und einer etwaigen Abhängigkeit der Stärke der Association von der Folge der nach einander ins Bewuſstsein tretenden Glieder der Reihe auf die Spur zu kommen.

§ 36.

Methode der Untersuchung des thatsächlichen Verhaltens.

Die Versuche wurden wiederum mit 6 Reihen zu je 16 Silben angestellt. Zu gröfserer Klarheit bezeichne ich vorübergehend die Reihen mit römischen, die einzelnen Silben mit arabischen Ziffern. Den Gegenstand eines Versuchs bildete dann also jedesmal eine Silbengruppe folgender Form:

$$\begin{array}{l} I_1\ I_2\ I_3\ \ldots\ldots\ I_{15}\ I_{16} \\ II_1\ II_2\ II_3\ \ldots\ldots\ II_{15}\ II_{16} \\ \vdots \qquad\qquad\qquad \vdots \\ VI_1\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ VI_{16} \end{array}$$

Wenn ich eine solche Gruppe — jede Reihe für sich — bis zur ersten fehlerfreien Reproduktion auswendig lerne und 24 Stunden später in ganz derselben Reihenfolge der Silben bis zur Erreichung desselben Zieles repetiere, so ist diese Repetition in etwa $^2/_3$ der zuerst erforderlichen Zeit möglich*. Die resultierende Arbeitsersparnis von $^1/_3$ mifst

* Ich habe einige Versuche für 16silbige Reihen, aus denen diese Zahl sich ergiebt, oben nicht weiter mitgeteilt, weil die Resultate des sechsten Abschnitts sie mit genügender Annäherung belegen. Dort fand sich (S. 75), dafs sechs 16silbige Reihen, die je 32mal wiederholt wurden, nach 24 Stunden in durchschnittlich 863 Sekunden auswendig gelernt werden konnten. 32 Wiederholungen sind aber durchschnittlich gerade erforderlich zur Herbeiführung der erstmöglichen Reproduktion für 16silbige Reihen; bei der bestehenden Proportionalität zwischen der Zahl der Wiederholungen und der Arbeitsersparnis am nächsten Tage kann es daher nicht viel Unterschied machen, ob die Reihen je 32mal wiederholt oder je bis zur erstmöglichen Reproduktion auswendig gelernt werden. Da das letztere ca. 1270 Sekunden erfordert, so beträgt die Arbeit für die Repetition am nächsten Tage, wie oben angegeben, ca. $^2/_3$ dieser Zeit. Die verhältnismäfsige Ersparnis bei dem Wiederlernen

dabei offenbar die Stärke der Associationen von Glied zu Folgeglied, welche sich durch das erstmalige Lernen bei mir bilden.

Man nehme nun an, die Reihen würden nicht in ganz derselben Reihenfolge der Silben repetiert, in der sie zuerst gelernt wurden. Die in der Anordnung I_1 I_2 I_3 .... I_{15} I_{16} gelernten Silben mögen z. B. in der Anordnung I_1 I_3 I_5 ... I_{15} I_2 I_4 I_6 .... I_{16} repetiert werden und die übrigen Reihen in derselben Umformung. Es werden also erst die sämtlichen Silben, die ursprünglich an ungeraden, dann die sämtlichen, die an geraden Stellen standen, unmittelbar hinter einander gesetzt und die so erhaltenen neuen, aber ebenfalls 16silbigen Reihen auswendig gelernt. Was wird geschehen? Jede Silbe der umgeformten Reihen war von den ihr jetzt unmittelbar benachbarten Silben bei der ursprünglichen Anordnung durch ein Zwischenglied getrennt, abgesehen von der Mitte, wo ein Bruch stattfindet. Sind diese Zwischenglieder wesentliche Hindernisse der associativen Verknüpfung, so sind die abgeleiteten Reihen so gut wie ganz unbekannte. Trotz des vorangegangenen Lernens der Silben in der ursprünglichen Reihenfolge kann man für die Repetition der Umformungen keine wesentliche Arbeitsersparnis erwarten. Spannen sich hingegen bei dem ersten Lernen Associationsfäden nicht nur von Glied zu Folgeglied, sondern auch über die Zwischenglieder hinweg zu entfernteren Silben, so bestehen für die neuen Reihen schon gewisse Prädispositionen. Die jetzt aufeinanderfolgenden Silben sind insgeheim schon mit einer gewissen Stärke aneinander geknüpft. Bei dem Lernen der Reihen wird sich dies dadurch verraten

---

16silbiger Reihen nach 24 Stunden ist also kaum verschieden von der für 12- und 13silbige Reihen gefundenen (Abschnitt VII und VIII), während sie bei noch gröfserer Länge der Reihen allmählich zunimmt.

müssen, daſs es einen merklich geringeren Arbeitsaufwand erfordert als das Lernen ganz neuer Reihen, obschon immerhin einen gröſseren als das Repetieren von vorher gelernten Reihen bei ungeänderter Reihenfolge der Silben. Und dabei würde dann wiederum die etwa gefundene Arbeitsersparnis ein Maſs bilden für die Stärke der über ein Zwischenglied hinweg stattfindenden Associationen.

Leitet man aus der ursprünglichen Anordnung der Silben neue Reihen ab durch Überspringen von 2, 3 und mehr Zwischengliedern, so ergeben sich analoge Betrachtungen. Die abgeleiteten Reihen werden entweder unverändert ohne jede merkliche Ersparnis von Arbeit gelernt werden, oder aber es werden jedesmal gewisse Arbeitsersparnisse resultieren, und diese werden dann bei wachsender Anzahl der Zwischenglieder immer kleiner werden.

Auf Grund dieser Erwägungen habe ich nun folgendes Verfahren eingeschlagen. Ich bildete Gruppen von 6 Reihen zu je 16 Silben in beliebiger Zusammensetzung der letzteren. Aus jeder Gruppe wurde dann eine neue abgeleitet, wiederum zu 6 Reihen von 16 Silben, und zwar so, daſs die unmittelbar benachbarten Silben der neuen Formation in der ursprünglichen durch entweder 1 oder 2 oder 3 oder 7 Zwischensilben getrennt waren.

Bezeichnet man die einzelnen Silben durch die Stellen, welche sie in der ursprünglichen Anordnung innehaben, so erhält diese selbst, wie eben angegeben, das Schema

$$\begin{array}{l} I_1\ I_2\ I_3\ \ldots\ldots\ I_{15}\ I_{16} \\ II_1\ II_2\ II_3\ \ldots\ldots\ II_{15}\ II_{16} \\ \vdots \qquad\qquad\qquad \vdots \\ VI_1\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ VI_{16} \end{array}$$

Bei Beibehaltung dieser Bezeichnung sehen dann die abgeleiteten Gruppen so aus:

Beim Überspringen von 1 Silbe:

$I_1 \quad I_3 \quad I_5 \ldots\ldots I_{15} \quad I_2 \quad I_4 \quad I_6 \ldots\ldots I_{16}$

$II_1 \quad II_3 \quad II_5 \ldots\ldots II_{15} \quad II_2 \quad II_4 \quad II_6 \ldots\ldots II_{16}$

$\vdots$

$VI_1 \quad VI_3 \ldots\ldots\ldots VI_{15} \quad VI_2 \quad VI_4 \ldots\ldots\ldots VI_{16}$

Beim Überspringen von 2 Silben:

$I_1 \quad I_4 \quad I_7 \quad I_{10} \quad I_{13} \quad I_{16} \quad I_2 \quad I_5 \quad I_8 \quad I_{11} \quad I_{14} \quad I_3 \quad I_6 \quad I_9 \quad I_{12} \quad I_{15}$

$II_1 \quad II_4 \quad II_7 \ldots\ldots II_{16} \quad II_2 \quad II_5 \ldots\ldots II_{14} \quad II_3 \quad II_6 \ldots\ldots II_{15}$

$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$

$VI_1 \quad VI_4 \ldots\ldots\ldots VI_{16} \quad VI_2 \quad VI_5 \ldots\ldots VI_{14} \quad VI_3 \quad VI_6 \ldots\ldots VI_{15}$

Beim Überspringen von 3 Silben:

$I_1 \quad I_5 \quad I_9 \quad I_{13} \quad I_2 \quad I_6 \quad I_{10} \quad I_{14} \quad I_3 \quad I_7 \quad I_{11} \quad I_{15} \quad I_4 \quad I_8 \quad I_{12} \quad I_{16}$

$II_1 \quad II_5 \ldots\ldots II_2 \quad II_6 \ldots\ldots II_3 \quad II_7 \ldots\ldots II_4 \quad II_8 \ldots II_{16}$

$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$

$VI_1 \quad VI_5 \ldots\ldots VI_2 \quad VI_6 \ldots\ldots VI_3 \quad VI_7 \ldots\ldots VI_4 \quad VI_8 \ldots VI_{16}$

Beim Überspringen von 7 Silben:

$I_1 \quad I_9 \quad II_1 \quad II_9 \quad III_1 \quad III_9 \quad IV_1 \quad IV_9 \quad V_1 \quad V_9 \quad VI_1 \quad VI_9 \quad I_2 \quad I_{10} \quad II_2 \quad II_{10}$

$III_2 \quad III_{10} \quad IV_2 \quad IV_{10} \quad V_2 \quad V_{10} \quad VI_2 \quad VI_{10} \quad I_3 \quad I_{11} \quad II_3 \quad II_{11} \quad III_3 \quad III_{11} \quad IV_3 \quad IV_{11}$

$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$

$V_7 \quad V_{15} \quad VI_7 \quad VI_{15} \quad I_8 \quad I_{16} \quad II_8 \quad II_{16} \quad III_8 \quad III_{16} \quad IV_8 \quad IV_{16} \quad V_8 \quad V_{16} \quad VI_8 \quad VI_{16}$

Wie ein Blick auf diese Schemata lehrt, waren nicht *alle* benachbarten Silben der abgeleiteten Reihen ursprünglich durch die jedesmal angegebene Zahl von Silben getrennt. An einzelnen Stellen sind, um wieder Reihen von 16 Silben zu erhalten, gröſsere Sprünge gemacht worden, nirgendwo aber kleinere. Solche Stellen sind z. B. beim Überspringen von 2 Silben die Übergänge von I_{16} zu I_2 und von I_{14} zu I_3. Bei dem Überspringen von 7 Silben hat sogar an den 7 Stellen jeder Reihe, wo Silben aus ursprünglich verschiedenen Reihen aufeinander folgen (I_9 II_1, II_9 III_1 u. s. w.), gar keine vorherige Verknüpfung der Silben stattgefunden, da die Reihen, wie oft erwähnt, jede für sich gelernt wurden. Die Anzahl solcher

Bruchstellen, sozusagen, ist verschieden je nach der Art der Ableitung, und zwar jedesmal ebenso grofs wie die der übersprungenen Silben. Wegen dieser Verschiedenheit leiden die abgeleiteten Reihen an einer gewissen, durch die Natur des Verfahrens ihnen anhaftenden Ungleichheit.

Im Verlauf der Untersuchung erwies sich ein Überspringen von noch mehr als 7 Zwischengliedern als wünschenswert, jedoch nahm ich davon Abstand. Die Untersuchungen waren mit sechs 16 silbigen Reihen schon ziemlich weit vorgeschritten, und wenn aus diesen durch Einführung gröfserer Intervalle ebensolche Gruppen hergeleitet werden sollen, so erlangen dabei die eben erwähnten Bruchstellen zu sehr das Übergewicht. Die abgeleiteten Reihen enthalten dann schliefslich immer weniger Silbenfolgen, für welche durch das Lernen der ursprünglichen Anordnung eine etwaige Verknüpfung möglich gewesen wäre; sie werden also immer unvergleichbarer.

Die Untersuchungen selbst bestanden nun darin, dafs jedesmal die sechs Reihen erst in der ursprünglichen, dann 24 Stunden später in der hieraus abgeleiteten Anordnung der Silben gerade eben auswendig gelernt und die dazu nötigen Zeiten verglichen wurden. Bei Beschränkung indessen auf die bisher beschriebenen Ableitungen würden die Resultate unter Umständen einem triftigen Einwande ausgesetzt sein. Gesetzt nämlich, es stellte sich heraus, dafs wirklich die abgeleiteten Reihen mit einer mäfsigen Zeitersparnis gelernt würden, so brauchte diese doch nicht der vermuteten Quelle, nämlich einer Association von Silben über Zwischenglieder hinweg, zu entspringen. Man kann vielmehr auch so argumentieren. Die zuerst gelernten und nach 24 Stunden in anderer Anordnung wieder gelernten Silben sind eben in beiden Fällen d i e s e l b e n Silben. Durch das erste Lernen

werden sie nicht nur in ihrer bestimmten Anordnung, sondern auch abgesehen davon, rein als einzelne Silben eingeprägt; bei der Wiederholung sind sie daher noch einigermafsen bekannt, wenigstens bekannter als andere kurz vorher nicht gelernte Silben. Aufserdem haben die aus ihnen gebildeten neuen Reihen zum Teil dieselben Anfangs- und Endglieder wie die alten. Werden sie also in etwas geringerer Zeit wiederholt als zuerst gelernt, so ist das nicht wunderbar. Der Grund davon braucht gar nicht in der künstlichen und systematischen Abänderung der Anordnung zu liegen, sondern er beruht möglicherweise lediglich auf der Identität der Silben. Würden diese am 2ten Tage in einer ganz beliebigen neuen Anordnung wiederholt, so würde sich vermutlich ebenfalls eine Arbeitsersparnis herausstellen.

In Berücksichtigung dieses Einwandes und zur Kontrolle der übrigen Resultate habe ich daher noch eine weitere, fünfte Art abgeleiteter Reihen eingeführt. Anfangs- und Endsilben der ursprünglichen Reihen wurden an ihrer Stelle belassen, die sämtlichen zwischen ihnen befindlichen 84 Silben aber wurden ganz beliebig durcheinander gewürfelt und dann, wie der Zufall sie in die Hand führte, zur Herstellung neuer Reihen zwischen den ursprünglichen Anfangs- und Endsilben verwendet. Durch das Lernen der ursprünglichen und der abgeleiteten Reihen auch in diesem Falle mufste sich unmittelbar ergeben, ein wie grofser Teil der etwaigen Arbeitsersparnis lediglich der Identität der Silbenmasse, sowie der Identität der Anfangs- und Endglieder der einzelnen Reihen zuzuschreiben sei.

§ 37.

Resultate. Association der mittelbaren Folge.

Für jede Gruppe ursprünglicher und abgeleiteter Reihen wurden zunächst 11 Doppelversuche, im ganzen also 55, angestellt, die unregelmäfsig über ca. 9 Monate verteilt sind.

Die Resultate waren die folgenden.

1) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 1 Zwischensilbe

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die entsprechenden daraus abgeleiteten Reihen in y Sekunden	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1187	1095	92
	1220	1142	78
	1139	1107	32
	1428	1123	305
	1279	1155	124
	1245	1086	159
	1390	1013	377
	1254	1191	63
	1335	1128	207
	1266	1152	114
	1259	1141	118
m	1273	1121	152

2) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 2 Zwischensilben

	$x =$	$y =$	$z =$
	1400	1185	215
	1213	1252	— 39
	1323	1245	78
	1366	1103	263
	1216	1066	150
	1062	1003	59
	1163	1161	2
	1251	1204	47
	1182	1086	96
	1300	1076	224
	1276	1339	— 63
m	1250	1156	94

3) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 3 Zwischensilben

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die entsprechenden daraus abgeleiteten Reihen in y Sekunden	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1282	1347	— 65
	1202	1131	71
	1205	1157	48
	1303	1271	32
	1132	1098	34
	1365	1235	130
	1210	1145	65
	1364	1176	188
	1308	1175	133
	1298	1209	89
	1286	1148	138
m	1269	1190	78

4) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 7 Zwischensilben

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die entsprechenden daraus abgeleiteten Reihen in y Sekunden,	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1165	1086	79
	1265	1295	— 30
	1197	1091	106
	1295	1254	41
	1233	1207	26
	1335	1288	47
	1321	1278	43
	1344	1275	69
	1322	1328	— 6
	1224	1212	12
	1294	1217	77
m	1272	1230	42

5) Bei Ableitung der Reihen durch Beibehaltung der Anfangs- und Endsilben und beliebige Permutierung der übrigen Silben

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die entsprechenden daraus abgeleiteten Reihen in y Sekunden,	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1305	1302	3
	1181	1259	— 78
	1207	1237	— 30
	1401	1277	124
	1278	1271	7
	1302	1301	1
	1248	1379	— 131
	1237	1240	— 3
	1355	1236	119
	1214	1142	72
	1147	1101	46
m	1261	1250	12

Es wurden also, um die Resultate zusammenzufassen, bei Ableitung der neuen Reihen durch Überspringen von

1, 2, 3, 7 Zwischengliedern

die abgeleiteten Reihen gelernt mit einer mittleren Ersparnis von 152, 94, 78, 42 Sekunden.

Bei Ableitung der neuen Reihen durch bloſse Permutierung der Silben ergab sich nur eine mittlere Ersparnis von 12 Sekunden.

Um die Bedeutung dieser Zahlen zu würdigen, muſs man sie vergleichen mit derjenigen Arbeitsersparnis, welche bei dem Wiedererlernen von ganz unveränderten Reihen nach 24 Stunden bei mir stattfindet. Dieselbe betrug bei 16silbigen Reihen etwa $^1/_3$ der für das erste Lernen erforderlichen Zeit, also ungefähr 420 Sekunden. Diese Zahl miſst die Stärke der von Glied zu Folgeglied stattfindenden Verknüpfung, also

der unter den festgesetzten Bedingungen überhaupt möglichen Maximalwirkung der Association. Betrachtet man sie als Einheit, so ist die Stärke der Verknüpfung jedes Gliedes mit dem zweitfolgenden mit reichlich $^1/_3$ und der Verknüpfung jedes Gliedes mit dem drittfolgenden mit knapp $^1/_4$ zu bezeichnen u. s. w.

Der Gang der gewonnenen Resultate bestätigt demnach — für mich und für die untersuchten Fälle — die oben an zweiter Stelle und mit Heranziehung Herbarts erörterte Auffassung: bei wiederholter Erzeugung von Silbenreihen associierten sich nicht nur die einzelnen Glieder mit ihren unmittelbaren Folgegliedern, sondern es bildeten sich Verknüpfungen zwischen jedem Glied und mehreren ihm zunächst folgenden, über die Zwischenglieder hinweg. Es scheint, wie man sich ausdrücken kann, um eine kurze Bezeichnung zu haben, nicht nur eine Association der unmittelbaren, sondern auch eine solche der mittelbaren Folge zu bestehen. Die Stärke jener Verknüpfungen nahm ab mit der Zahl der Zwischenglieder; bei einer geringen Anzahl war sie, wie man zugeben wird, von überraschender und nicht vorauszusehender Erheblichkeit.

Eine wesentliche Erleichterung des Wiederlernens der Reihen dagegen durch die Identität der Silbenmasse und durch die Identität der Anfangs- und Endsilben der Reihen hat in den untersuchten Fällen nicht stattgefunden.

§ 38.

Versuche mit Ausschlufs des Wissens.

Ich habe vorläufig die wahrscheinlichen Fehler der Resultate nicht mitgeteilt, um jetzt die Vertrauenswürdigkeit der letzteren ausführlicher zu besprechen.

Als ich an die Versuche herantrat, hatte ich keine entschiedene Meinung zu gunsten des schliefslichen Resultats. Eine Arbeitserleichterung für das Lernen der abgeleiteten Reihen fand ich nicht wesentlich plausibler als das Gegenteil. Erst allmählich, nachdem mehr und mehr Zahlen für das Bestehen einer solchen Arbeitserleichterung sprachen, erschien mir diese auch als das Richtigere und Naturgemäfse. Man könnte nun denken, nach dem oben (S. 38 f.) Auseinandergesetzten, diese Vorstellung habe bei den noch übrigen Versuchen möglicherweise ein aufmerksameres und deshalb schnelleres Lernen der abgeleiteten Reihen begünstigt und so die resultierenden Arbeitsersparnisse, wenn nicht überhaupt veranlafst, so doch mindestens sehr verstärkt.

Für die drei gröfsten der gefundenen Zahlen, also für die Arbeitserleichterungen, die sich beim Überspringen von 1, 2 und 3 Zwischengliedern herausstellten, ist dieser Einwand von geringer Erheblichkeit. Denn diese sind verhältnismäfsig so bedeutend, dafs man einer unwillkürlichen Anspannung der willkürlich ohnedies möglichst koncentrierten Aufmerksamkeit (S. 34, 5) zuviel beimessen würde, wenn man ihr hier einen wesentlichen Einflufs zuschriebe. Aufserdem aber und namentlich würde dadurch die aus den hin- und herfallenden Einzelwerten schliefslich hervorgehende Abstufung der Zahlen, parallel der Anzahl der übersprungenen Zwischenglieder, geradezu unbegreiflich werden. Denn die vorausgesetzte gröfsere Anspannung der Aufmerksamkeit könnte offenbar nur ganz im allgemeinen wirken. Wie sollte sie es vermögen, noch dazu für Versuche, die durch Wochen und Monate von einander getrennt waren, eine so regelmäfsige Stufenfolge der Zahlen hervorzubringen?

Einigermafsen zweifelhaft durch das angeführte Bedenken wird nur allerdings das vierte Resultat, die verhältnismäfsig

kleine Arbeitserleichterung für das Lernen von Reihen, die durch Überspringen von 7 Zwischengliedern aus anderen abgeleitet sind. Offenbar aber hat gerade in diesem Falle die sichere Konstatierung der Differenz ein besonderes Interesse, wegen der bedeutenden Gröfse des Intervalls, über welches hinweg doch noch eine Association stattfände.

Bei den gegenwärtigen Untersuchungen besteht nun die Möglichkeit, sie so anzustellen, dafs das Mitwissen um den Ausfall der allmählich sich ansammelnden Resultate ausgeschlossen ist, sodafs also auch der etwaige trübende Einflufs von geheimen Ansichten und Wünschen in Wegfall kommt. Ich habe daher, zur Kontrolle der obigen Resultate und namentlich des mindest sicheren von ihnen, eine weitere Gruppe von 30 Doppelversuchen in folgender Weise angestellt.

Je sechs beliebig zusammengesetzte 16silbige Reihen wurden auf die Vorderseite eines Blattes geschrieben und auf die Rückseite desselben Blattes 6 Reihen, die aus jenen durch eine der oben (S. 132) beschriebenen Ableitungsarten gewonnen waren. Für jede der 5 Umformungen wurden in dieser Weise 6 Blätter hergestellt, deren Vorderseiten wohl von den Rückseiten, die aber nicht untereinander durch irgend ein Abzeichen zu unterscheiden waren. Sämtliche 30 Blätter wurden gemischt und solange beiseite gelegt, bis jede etwaige Erinnerung an das Vorkommen einzelner Silben in bestimmten Umformungen als erloschen gelten durfte. Dann wurde die Vorderseite und 24 Stunden später die Rückseite eines beliebigen Blattes auswendig gelernt. Die für das Lernen der einzelnen Reihen erforderlichen Zeiten wurden notiert, aber nicht eher zusammengerechnet und weiter verarbeitet, als bis alle 30 Blätter durchgebraucht waren. Darnach fanden sich folgende Zahlen:

1) Bei Ableitung der umgeformten Reihen durch Überspringen von 1 Zwischensilbe

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die entsprechenden daraus abgeleiteten Reihen in y Sekunden,	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1137	1081	56
	1292	1045	247
	1202	1237	— 35
	1272	1202	70
	1436	1299	137
	1340	1157	183
m	1280	1170	110

2) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 2 Zwischensilben

	$x =$	$y =$	$z =$
	1415	1232	183
	1201	1290	— 89
	1291	1156	135
	1358	1153	205
	1232	1254	— 22
	1168	1107	61
m	1278	1199	79

3) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 3 Zwischensilben

	$x =$	$y =$	$z =$
	1205	1166	39
	1339	1068	271
	1179	1293	— 114
	1238	1196	42
	1257	1231	26
	1240	1122	118
m	1243	1179	64

4) Bei Ableitung der Reihen durch Überspringen von 7 Zwischensilben

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die entsprechenden daraus abgeleiteten Reihen in y Sekunden,	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1191	1120	71
	1191	1185	6
	1237	1295	— 58
	1350	1306	44
	1308	1260	48
	1289	1158	131
m	1261	1221	40

5) Bei Ableitung der Reihen durch Beibehaltung der Anfangs- und Endsilben und beliebige Permutierung der übrigen Silben

	$x =$	$y =$	$z =$
	1305	1180	125
	1206	1205	1
	1310	1426	— 116
	1163	1089	74
	1272	1388	— 116
	1309	1305	4
m	1261	1266	— 5

Bei Ableitung der umgeformten Reihen durch Überspringen von

1, 2, 3, 7 Zwischensilben

wurden also die abgeleiteten Reihen gelernt mit einer mittleren *Ersparnis* von

110, 79, 64, 40 Sekunden.

Dagegen bei Ableitung durch Permutierung der Silben erforderte das Lernen der umgeformten Reihen einen mittleren *Mehraufwand* von 5 Sekunden.

Der allgemeine Gang dieser Resultate bestätigt, wie man sieht, genau das erstgefundene Ergebnis. Trotz der verhältnismäſsig geringen Anzahl der Versuche und bei völligem Ausschluſs des Mitwissens um das jedesmal angestellte Experiment und seinen Ausfall gruppieren sich die im einzelnen ganz unregelmäſsig und scheinbar regellos fallenden Zahlen im ganzen zu einer einfachen Gesetzmäſsigkeit. Je weniger Zwischenglieder zwei Silben einer auswendig gelernten Reihe von einander trennten, desto geringeren Widerstand setzten nachher die jetzt getrennten Silben der Einprägung ihrer Aufeinanderfolge entgegen, desto stärker also muſsten sie sich bei dem Lernen der Reihe, über die Zwischenglieder hinweg, schon mit einander verbunden haben.

Wie in ihrem allgemeinen Gange, so stimmen die Zahlen der beiden Versuchsgruppen auch noch darin überein, daſs die Differenz zwischen der ersten und zweiten Zahl den gröſsten und die zwischen der zweiten und dritten den kleinsten Wert hat. Dagegen muſs es auffallen, daſs der absoluten Gröſse nach die Zahlen der zweiten Gruppe durchweg kleiner sind als die der ersten. Zur Erklärung dieses, bei seiner Gleichförmigkeit kaum zufälligen, Verhaltens könnte man an zwei Ursachen denken. Entweder offenbart sich hier in der That der vorhin berührte Einfluſs der Erwartung. Die Zahlen der ersten Gruppe sind etwas zu groſs ausgefallen, weil im Laufe der Untersuchung das Bestehen einer Arbeitsersparnis für die abgeleiteten Reihen als wahrscheinlich vorausgesetzt wurde und dadurch das Lernen dieser Reihen unwillkürlich mit etwas gröſserer Anspannung geschah.

Oder aber, es hat bei den Zahlen der zweiten Gruppe, gerade in Folge des ausgeschlossenen Mitwissens, ein störendes Moment mitgewirkt, welches sie verkleinert hat. Es machte sich nämlich allerdings in diesem Falle während des Lernens

der abgeleiteten Reihen vielfach eine sehr lebhafte Neugier geltend, herauszubekommen, welcher Kategorie von Umformungen die gerade gelernten Reihen angehörten. Dafs diese zerstreuend und dadurch verlangsamend eingewirkt haben mufs, ist nicht nur an sich wahrscheinlich, sondern auch noch durch das Resultat bei den durch Silbenpermutation abgeleiteten Reihen. Man erwartet, dafs die Identität der Silbenmasse sowie der Anfangs- und Endsilben sich bei diesen durch eine, wenn auch noch so geringe, Arbeitsersparnis geltend mache. Dies zeigt sich auch bei den Versuchen der ersten Gruppe. Bei denen der zweiten Gruppe dagegen wird an ihrer Stelle ein geringer Mehraufwand an Zeit bemerklich, der, wenn er nicht blofs zufällig ist, kaum anders als durch jene zerstreuende Neugier erklärt werden kann.

Möglicherweise haben beide Ursachen gleichzeitig eingewirkt, sodafs also die ersten Versuche etwas zu hohe, die zweiten etwas zu kleine Zahlen ergeben haben. Erlaubt man sich unter dieser Voraussetzung, die beiden Zahlenreihen zusammenzuwerfen, um die entgegengesetzten Fehler in etwa zu kompensieren, so gewinnt man schliefslich aus sämtlichen 85 Doppelversuchen folgende Tabelle. (Die Zahlen der vier mittleren Kolumnen bedeuten Sekunden.)

Anzahl der bei Ableitung der Reihen übersprungenen Zwischensilben	Zeit für das Lernen der ursprünglichen Reihen	Zeit für das Lernen der abgeleiteten Reihen	Arbeitsersparnis bei dem Lernen der abgeleiteten Reihen	Wahrscheinlicher Fehler der Arbeitsersparnis*	Arbeitsersparnis in % der ursprünglichen Lernzeit
0	(1266)	(844)	(422)		(33,3)
1	1275	1138	137	± 16	10,8
2	1260	1171	89	± 18	7
3	1260	1186	73	± 13	5,8
7	1268	1227	42	± 7	3,3
Permutierung der Silben . . .	1261	1255	6	± 13	0,5

* Die wahrscheinlichen Fehler sind berechnet aus den einzelnen

§ 39.

Diskussion der Resultate.

Ein besonderes Interesse, wie mir scheint, knüpft sich bei der eben mitgeteilten Tabelle an die letzte und namentlich an die vorletzte Zahlenreihe. Bei völliger Identität der gesamten Silben und bei Belassung der Anfangs- und Endsilben an ihren Plätzen war eine Zeitersparnis bei dem Lernen der abgeleiteten Reihen im Durchschnitt aus 17 Versuchen kaum konstatierbar. Dieselbe fiel innerhalb der Hälfte ihres wahrscheinlichen Fehlers. Die Silben an sich, aufser dem Zusammenhang, waren also für mich so bekannt, dafs sie durch eine etwa 32malige Wiederholung nicht merklich bekannter wurden. Dagegen wurde, bei ebenso häufiger Wiederholung einer zusammenhängenden Reihe, jede Silbe mit der ihr an achter Stelle folgenden noch so fest verknüpft, dafs 24 Stunden später eine Nachwirkung dieser Verknüpfung in ganz zweifelloser Weise konstatiert werden konnte. Dieselbe erreicht den sechsfachen Wert ihres wahrscheinlichen Fehlers; sie darf demnach, natürlich nicht gerade in ihrer oben gefundenen Gröfse, aber doch in ihrer Existenz überhaupt, als vollkommen gesichert betrachtet werden. Ist sie auch, dem absoluten Betrage nach, gering, so beträgt sie doch immerhin den zehnten Teil von der Nachwirkung derjenigen Verknüpfung, welche jedes Glied an das ihm unmittelbar folgende bindet. Sie ist noch so bedeutend und gleichzeitig ist die Abnahme der Nachwirkungen für die Verknüpfungen, welche sich über 2, 3, 7 Zwischenglieder hinweg bilden, eine so allmähliche,

---

Arbeitsersparnissen, indem diese, die thatsächlich durch Subtraktion ermittelt sind, als direkt gefundene Beobachtungsresultate betrachtet wurden (s. S. 93 Anm.).

dafs man ohne weiteres behaupten kann, auch die noch weiter von einander abstehenden Glieder seien bei dem Lernen der Reihe durch Fäden von merklicher Stärke innerlich an einander gebunden worden.

Ich fasse die bisherigen Ergebnisse in hypothetischer Verallgemeinerung zusammen. Bei der Wiederholung von Silbenreihen bilden sich gewisse Verknüpfungen zwischen jedem Gliede und allen darauf folgenden. Dieselben äufsern sich darin, dafs fernerhin die so verknüpften Silbenpaare in der Seele leichter, mit Überwindung eines geringeren Widerstandes wieder hervorgerufen werden können als andere, bisher nicht verknüpfte, aber sonst gleichartige Paare. Die Stärke der Verknüpfung, also die Gröfse der eventuell ersparten Arbeit, ist eine abnehmende Funktion der Zeit oder der Anzahl der Zwischenglieder, welche die betreffenden Silben in der ursprünglichen Reihe von einander trennten. Sie ist ein Maximum für die unmittelbar aufeinander folgenden Glieder. Die nähere Beschaffenheit der Funktion ist unbekannt, nur nimmt sie für wachsende Entfernungen der Glieder zuerst sehr schnell und allmählich sehr langsam ab.

Setzt man an die Stelle der konkreten Vorstellungen von Arbeitsersparnis, leichterer Wiedererzeugung, die abstrakten aber geläufigen Vorstellungen von Kraft, Disposition, so kann man auch folgendermafsen sagen: durch das Lernen einer Reihe erhält jedes Glied eine Tendenz, eine latente Disposition, bei seiner eigenen Wiederkehr ins Bewufstsein die sämtlichen folgenden Glieder der Reihe nach sich zu ziehen. Diese Tendenzen sind indes von verschiedener Stärke; am stärksten für die unmittelbar folgenden Glieder. Im allgemeinen werden daher diese am leichtesten wirklich in das Bewufstsein gezogen werden; ohne Intervention anderer Einflüsse wird die Reihe in der ursprünglichen Ordnung wiederkehren, wäh-

rend die auf Herbeiziehung der übrigen Glieder gerichteten Kräfte nur durch Hinzutreten anderer Umstände auch äufserlich erkennbar werden.

Es ist natürlich nicht glaublich, dafs durch eine Caprice der Natur die Gültigkeit der gefundenen Sätze ausschliefslich an das begrenzte Material gebunden sei, an dem sie gewonnen wurden, an sinnlose Silbenreihen; sie werden in analoger Weise von jeder Art von Vorstellungsreihen und deren Gliedern behauptet werden dürfen. Selbstverständlich werden sie da, wo zwischen den einzelnen Vorstellungen noch andere Beziehungen bestehen als die der Zeitfolge und der Trennung durch Zwischenglieder, das associative Geschehen nicht ausschliefslich beherrschen, sondern nur mit Berücksichtigung aller der Modifikationen und Komplikationen, welche durch Verhältnisse verschiedenartiger Verwandtschaft, des Zusammenhangs, Sinns u. s. w. herbeigeführt werden.

Jedenfalls aber, wie man nicht leugnen wird, würde durch eine allgemeinere Gültigkeit dieser Resultate die Lehre von der Association eine wesentliche Abrundung und sozusagen eine gröfsere Vernünftigkeit gewinnen. Die gewöhnliche Formulierung: „Vorstellungen associieren sich, wenn sie wiederholt gleichzeitig oder unmittelbar aufeinander folgend erzeugt werden“ hat etwas Irrationales. Nimmt man es mit der Unmittelbarkeit der Folge genau, so widerspricht der Satz den gewöhnlichsten Erfahrungen. Nimmt man es nicht genau, so wird es schwer, klar anzugeben, welche Art der Folge man eigentlich meint. Gleichzeitig sieht man nicht ein, weshalb das nicht ganz unvermittelte Folgen einen Vorzug haben soll, der bei dem etwas mehr vermittelten plötzlich wegfällt. Wie wir jetzt erkennen, ist die Unmittelbarkeit oder Mittelbarkeit der Folge auf die allgemeine Art des Geschehens zwischen den sich folgenden Vorstellungen ohne Einflufs. In beiden

Fällen bilden sich Verknüpfungen, die man, bei ihrer völligen Gleichartigkeit nicht anders als mit dem gemeinsamen Namen „Associationen" bezeichnen kann. Nur sind dieselben von verschiedener Stärke. Je mehr die Aufeinanderfolge der verknüpften Vorstellungen sich der idealen Unmittelbarkeit nähert, desto stärker, je weiter sie sich davon entfernt, desto schwächer sind die zusammenhaltenden Fäden. Die Associationen der entfernteren Glieder, obwohl thatsächlich vorhanden und durch geeignete Mittel nachweisbar, haben doch, wegen ihrer geringen Stärke, praktisch keine Bedeutung mehr; die der näheren dagegen sind von relativer Erheblichkeit und werden darum ihren Einfluſs wohl vielfach geltend machen. Wären freilich die Reihen ganz sich selbst überlassen, und würden sie immer nur in derselben Ordnung erzeugt, so würde für jedes Glied immer nur *eine* Association zum Vorschein kommen, die relativ stärkste, die Association mit dem unmittelbar folgenden Gliede. Aber Vorstellungsreihen sind eben nie sich selbst überlassen. Reiche und rasch wechselnde Schicksale bringen sie in die vielfältigsten Beziehungen; sie kehren wieder in den verschiedensten Kombinationen ihrer Glieder. Und da müssen unter Umständen auch die stärkeren der minder starken Associationen zwischen entfernteren Gliedern Gelegenheit finden, ihr Vorhandensein zu dokumentieren und modificierend in das innere Getriebe einzugreifen. Man erkennt leicht, wie sie ein schnelleres Wachstum der von der Seele beherrschten Vorstellungsmassen, eine reichere Gliederung und eine vielseitigere Verzweigung derselben begünstigen müssen; freilich auch eine gröſsere Mannigfaltigkeit und damit *scheinbar* eine gröſsere Willkür und Unregelmäſsigkeit des geistigen Geschehens.

Ehe ich weiter gehe, noch einige Worte über die oben (S. 124) berührte „Ableitung" der Association von aufeinander

folgenden Vorstellungen aus den einheitlichen Bewuſstseinsakten der einheitlichen Seele. Derselben droht nämlich eine gewisse Gefahr aus der Zusammenhaltung eines jetzt gefundenen Ergebnisses mit einem früher gefundenen. Ich erwähnte oben (S. 64), daſs die Anzahl der Silben, die ich gerade noch im stande bin, nach einmaligem Lesen fehlerfrei herzusagen, etwa *sieben* beträgt. Man kann mit einem gewissen Recht diese Zahl als ein Maſs dessen ansehen, was ich von Vorstellungen solcher Art eben noch in einem einheitlichen Bewuſstseinsakt zusammenzufassen vermag. Wie wir nun jetzt sahen, bilden sich, ebenfalls bei mir, noch Associationen von merklicher Stärke über sieben Zwischenglieder hinweg, also zwischen Anfang und Ende einer aus *neun* Silben bestehenden Reihe. Und wegen der Gröſse der gefundenen Zahlen und der Art ihrer Abstufung erschien es wahrscheinlich, daſs selbst bei einer noch gröſseren Anzahl von Zwischensilben Verknüpfungen zwischen den am weitesten von einander abstehenden Gliedern stattfinden. Bilden sich aber Associationen über ebensoviele oder mehr Glieder hinweg, als das Bewuſstsein in ein und demselben Akt zu umfassen im stande ist, so ist es nicht mehr möglich, das Zustandekommen jener Associationen aus der gleichzeitigen Anwesenheit der verknüpften Glieder im Bewuſstsein zu erklären.

Indes ich bemerke gleich, daſs sich diejenigen, welchen eine solche Ableitung am Herzen liegt, welche die einheitlichen Akte der einheitlichen Seele für ursprünglichere, durchsichtigere oder besser beglaubigte Thatsachen halten als die oben beschriebenen einfachen Fakta der Association, sodaſs mit der Zurückführung der letzteren auf die ersteren etwas Erhebliches gewonnen würde, daſs sich diese also durch die obige Argumentation doch nicht auſser Fassung bringen zu lassen brauchen. Man braucht nur zu sagen, daſs zwar bei

einer bis dahin ganz unbekannten Folge von Silben das Bewufstsein nur etwa 7 Glieder in einem Akte zu umspannen vermöge, dafs aber bei häufigerer Wiederholung und allmählichem Bekanntwerden der Reihe auch diese Capacität des Bewufstseins eine Steigerung erfahre, und dafs z. B. eine Reihe von 16 Silben, die vollständig auswendig gewufst werde, auch in einem Akt des Bewufstseins gegenwärtig sei. Dann ist die „Erklärung“ ohne Zwang wieder herstellbar; diejenigen, denen sie etwas wert war für die Association der Gleichzeitigkeit und der unmittelbaren Folge, können sie ganz ebenso verwerten für unsere Associationen der mittelbaren Folge. Und bei den mäfsigen Ansprüchen, welche man in der Psychologie an Erklärungen zu stellen sich vielfach bescheidet, wird sie zweifellos noch lange fortfahren, den Blick für die unbefangene Anerkennung eines der wunderbarsten Rätsel alles Geschehens als eines solchen zu trüben und dem Suchen nach seinem wahrhaften Verständnis hinderlich zu sein.

§ 40.

Rückläufige Associationen.

Von den mannigfachen Fragen, welche sich an die bisherigen Ergebnisse anschliefsen, habe ich einstweilen nur wenige untersuchen können und auch diese nur mit einer geringen Zahl von Experimenten.

Durch häufige Wiederholung einer Reihe a b c d . . bilden sich gewisse Verknüpfungen ab, ac, ad, bd u. s. w. Die Vorstellung a bekommt gewisse, verschieden starke Tendenzen, bei ihrem irgendwie veranlafsten Wiedereintritt ins Bewufstsein auch die Vorstellungen b, c, d wieder zu bewufsten zu machen. Beruhen nun diese Verknüpfungen und Tendenzen auf Gegenseitigkeit? Das heifst, wenn einmal c

und nicht a die zufällig wiedererzeugte Vorstellung ist, hat diese aufser dem Bestreben, d und e nach sich zu ziehen, ein ebensolches Bestreben rückwärts für b und a? Oder in anderer Ausdrucksweise: werden durch das vorangegangene Lernen von a b c d . . hinterher nicht nur die Aufeinanderfolgen a b c . ., a c e . . leichter gelernt als irgendwelche gleichlange Gruppierung der vorher gar nicht berührten p, q, r . ., sondern auch die Folgen . . . c b a, . . e c a? Bilden sich durch mehrfache Wiederholung einer Reihe Associationen der Glieder auch nach rückwärts?

Die Ansichten der Psychologen hierüber scheinen sich entgegenzustehen. Die einen machen auf das unzweifelhafte Faktum aufmerksam, dafs man trotz völliger Beherrschung z. B. des griechischen Alphabets schlechterdings nicht im stande sei, dasselbe geläufig rückwärts herzusagen, wenn man es nicht in dieser Form noch besonders gelernt und geübt habe.

Die anderen machen von rückläufigen Associationen, als von etwas Selbstverständlichem, ausgiebigen Gebrauch bei der Erklärung des Ursprungs willkürlicher und zweckmäfsiger Bewegungen. Die Bewegungen des Kindes sind nach ihnen zunächst unwillkürlich und zufällig. An gewisse Kombinationen derselben schliefsen sich lebhafte Lustgefühle. Von Bewegungen wie Gefühlen hinterbleiben Gedächtnisvorstellungen, die sich durch Wiederholung dieses Geschehens immer fester mit einander associieren. Hat diese Verbindung eine gewisse Stärke erlangt, so schliefst sich dann rückwärts an die blofse Vorstellung des Lustgefühls die Vorstellung der es erzeugenden Bewegung, an diese die wirkliche Bewegung und damit auch das sinnlich reale Gefühl.

Die Auffassung Herbarts, die wir kennen lernten (S. 128), hält zwischen diesen beiden Ansichten sozusagen die Mitte. Die Vorstellung c, die im Verlauf einer Reihe auftritt, ver-

schmilzt mit den noch vorhandenen, aber schon verdunkelten Vorstellungen b und a, die ihr vorangegangen waren. Wird später c wiedererzeugt, so bringt es zwar b und a mit sich, aber nur als verdunkelte, nicht als völlig ungehemmte und klar bewufste. Wir überschauen beim plötzlichen Auftauchen eines Gliedes aus der Mitte einer Reihe das Vorangegangene „auf einmal in abgestufter Klarheit“; niemals aber kommt es dazu, dafs die Reihe etwa rückwärts abläuft. Sondern an das auftauchende Glied schliefsen sich als voll bewufste successive diejenigen, die in der früher dagewesenen Reihe darauf folgten.

Zur Prüfung des thatsächlichen Verhaltens habe ich ein ganz ähnliches Verfahren eingeschlagen wie bei den vorhin besprochenen Untersuchungen. Aus Gruppen von je sechs 16 silbigen Silbenreihen, die durch beliebige Zusammenstellung entstanden waren, wurden neue Gruppen abgeleitet, und zwar entweder durch blofse Umkehrung der Silbenfolge oder durch Umkehrung der Silbenfolge und gleichzeitiges Überspringen einer Zwischensilbe. Dann wurden je zwei zusammengehörige Gruppen auswendig gelernt, die abgeleitete Form 24 Stunden später als die ursprüngliche.

Entspricht einer der ursprünglichen Reihen das Schema

$$I_1 \; I_2 \; I_3 \; \ldots \ldots \; I_{15} \; I_{16},$$

so mufs demnach die entsprechende abgeleitete Reihe bezeichnet werden:

bei blofser Umkehrung der Silbenfolge mit

$$I_{16} \; I_{15} \; I_{14} \; \ldots \ldots \; I_2 \; I_1,$$

bei Umkehrung der Silbenfolge und gleichzeitigem Überspringen einer Zwischensilbe mit

$$I_{16} \; I_{14} \; I_{12} \; \ldots \; I_4 \; I_2 \; I_{15} \; I_{13} \; \ldots \; I_3 \; I_1.$$

Für die erste Art der Ableitung habe ich zehn Versuche angestellt, für die zweite nur vier.

Die Resultate sind diese:

1) Bei Ableitung der umgeformten Reihen durch bloße Umkehrung der Silbenfolge

	wurden die ursprünglichen Reihen gelernt in x Sekunden	die abgeleiteten Reihen in y Sekunden	letztere also mit einer Ersparnis von z Sekunden
	$x =$	$y =$	$z =$
	1172	1023	149
	1317	1170	147
	1213	977	236
	1202	1194	8
	1257	1031	226
	1210	1087	123
	1285	1051	234
	1260	1150	110
	1245	1070	175
	1329	1189	140
m	1249	1094	155
			$w_m = 15$

Im Verhältnis zu der Lernzeit für die ursprünglichen Reihen beträgt die Ersparnis 12,4 %.

2) Bei der Ableitung der umgeformten Reihen durch Umkehrung der Silbenfolge und gleichzeitiges Überspringen einer Zwischensilbe

	$x =$	$y =$	$z =$
	1337	1291	46
	1255	1164	91
	1158	1143	15
	1313	1224	89
m	1266	1206	60
			$w_m = 12$

Im Verhältnis zu der Lernzeit für die ursprünglichen Reihen beträgt die Ersparnis 5 %.

Es bildeten sich also in der That durch das Lernen einer Reihe gewisse Verknüpfungen der Glieder unter einan-

der nach rückwärts ganz ebenso wie nach vorwärts. Dieselben äufserten sich dadurch, dafs Reihen, welche aus derartig verknüpften Gliedern zusammengesetzt waren, leichter gelernt wurden als gleichlange Reihen, deren Glieder an sich ebenso bekannt waren, aber vorher nicht in dieser Weise mit einander verknüpft wurden. Die Stärke der so geschaffenen Prädispositionen war wiederum eine abnehmende Funktion der Entfernung der Glieder von einander in der ursprünglichen Reihe. Nur war sie bei gleichen Entfernungen für die Verknüpfungen rückwärts erheblich geringer als für diejenigen vorwärts. Bei durchschnittlich gleich häufiger Wiederholung einer Reihe wurde jedem Glied das ihm unmittelbar vorangegangene nicht sehr viel fester verbunden als das zweitfolgende, das zweitvorangegangene — soviel sich aus den wenigen Versuchen überhaupt schliefsen läfst — kaum so fest als das drittfolgende.

Könnte man für dieses, hier zunächst bei Silbenreihen gefundene Verhalten eine allgemeinere Geltung voraussetzen, so würden, wie ich glaube, die soeben angeführten, sich entgegenstehenden Erfahrungen ganz wohl verständlich. Wo eine Reihe nur aus zwei Gliedern besteht — wie bei der Verbindung einer einfachen Bewegungsvorstellung mit der Vorstellung eines Lustgefühls — da wird allerdings durch häufige Wiederholung das Endglied eine so starke Tendenz erlangen können, das Anfangsglied nach sich zu ziehen, dafs dieses thatsächlich eintritt. Denn hier ist für das zweite Glied die Herbeiführung des ihm vorangegangenen ersten das einzige, wofür es durch die häufigen Wiederholungen überhaupt eine Disposition hat empfangen können. Niemals aber wird, nach noch so häufiger Wiederholung einer längeren Reihe, bei Erzeugung eines mittleren Gliedes die Reihe nach rückwärts ablaufen können. Denn wie leicht auch an das wieder-

gekehrte Glied das unmittelbar vorangegangene sich knüpfen möge, das unmittelbar folgende tritt jedenfalls noch bei weitem leichter ein und mufs also — beim Fernbleiben anderer Einflüsse — den Sieg davon tragen. Wer daher das griechische Alphabet noch so lange auswendig lernt, wird nie dahin kommen, es ohne weiteres rückwärts hersagen zu können. Wohl aber wird er, falls er sich einfallen läfst, es eigens auch rückwärts zu lernen, dies jetzt voraussichtlich in merklich kürzerer Zeit bewerkstelligen, als vorher das Lernen in der gewöhnlichen Folge. Man wird nicht einwerfen, dafs man doch ein Gedicht oder eine Rede, die man auswendig weifs, rückwärts nicht schneller lerne, als zuerst vorwärts. Denn hier werden bei dem Lernen der Umkehrung die zahllosen Bande des inneren Zusammenhangs vernichtet, auf deren Bestehen das schnelle Lernen der sinnvollen Folge zu allermeist beruhte.

§ 41.

Die Associationen der mittelbaren Folge in ihrer Abhängigkeit von der Anzahl der Wiederholungen.

Die durch häufige Wiederholungen geknüpfte Verbindung zwischen den unmittelbar auf einander folgenden Gliedern einer Vorstellungs- oder Silbenreihe ist eine Funktion der Anzahl jener Wiederholungen. Bei den eigens auf Ermittlung dieses Verhältnisses gerichteten Untersuchungen des VI^ten Abschnitts hatte sich innerhalb ziemlich weiter Grenzen annähernde Proportionalität herausgestellt zwischen der Anzahl der Wiederholungen und der durch sie bewirkten Stärke der Verknüpfung. Die letztere war dabei gemessen worden, ganz wie bei den Untersuchungen des gegenwärtigen Abschnitts, an der Gröfse der Arbeitsersparnis bei dem Wiederlernen der verknüpften Reihen nach 24 Stunden.

Wenn nun durch die Wiederholungen auch zwischen den nicht unmittelbar auf einander folgenden Gliedern der Reihe Verknüpfungen geschaffen werden, so ist die Stärke dieser letzteren natürlich ebenfalls irgendwie abhängig von der Anzahl der Wiederholungen. Es fragt sich, in welcher Weise in diesem Falle die Abhängigkeit stattfindet. Wird hier ebenfalls Proportionalität bestehen? Werden also die verschieden starken Fäden, welche die sämtlichen Glieder einer auswendig gelernten Reihe unter einander verbinden, doch alle in gleichem Verhältnis an Stärke zunehmen, wenn die Zahl der Wiederholungen gesteigert wird? Oder ist, ganz ebenso wie die Stärke der Fäden selbst, so auch die Art und Schnelligkeit ihrer Verstärkung eine verschiedene? Für selbstverständlich wird man bei dem Stande unseres Wissens weder die eine noch die andere dieser Möglichkeiten erklären können.

Zur Anbahnung einer Einsicht in das thatsächliche Verhalten habe ich einige vorläufige Untersuchungen in folgender Weise angestellt. Je sechs 16silbige Reihen wurden durch entweder 16- oder 64malige aufmerksame Wiederholung dem Gedächtnis eingeprägt. Nach 24 Stunden wurden gleich viele und gleich lange abgeleitete Reihen, die aus den jedesmal eingeprägten durch Überspringen von 1 Zwischensilbe gewonnen waren, bis zur erstmaligen Reproduktion auswendig gelernt. Die Methode der Ableitung war in diesem Falle, um die Untersuchungen noch anderweitig nutzbar zu machen, etwas verschieden von der oben (S. 133) beschriebenen. Es wurden nicht wie dort an die sämtlichen Silben, die in einer ursprünglichen Reihe an ungeraden Stellen standen, diejenigen unmittelbar angeschlossen, welche in derselben Reihe an den geraden Stellen gestanden hatten. Sondern erst wurden die sämtlichen Silben der ungeraden Stellen von zwei ursprünglichen Reihen zu einer neuen 16silbigen Reihe zusammen-

gefaſst, dann die Silben der geraden Stellen derselben ursprünglichen Reihen zu einer 2ten neuen Reihe. Das Schema der abgeleiteten Reihen war also nicht, wie oben,

$$I_1\ I_3\ I_5\ \ldots\ I_{15}\ I_2\ I_4\ \ldots\ I_{16}$$
$$II_1\ II_3\ II_5\ \ldots\ II_{15}\ II_2\ II_4\ \ldots\ II_{16}$$

sondern vielmehr

$$I_1\ I_3\ I_5\ \ldots\ I_{15}\ II_1\ II_3\ \ldots\ II_{15}$$
$$I_2\ I_4\ I_6\ \ldots\ I_{16}\ II_2\ II_4\ \ldots\ II_{16}$$

Der Effekt der Ableitung resp. des Lernens der abgeleiteten Reihen kann, wie es scheint, durch diese geringe Änderung nicht wesentlich tangiert werden. Hier wie bei der oben beschriebenen Ableitungsart werden Silben, die bei einer ersten Einprägung je durch eine Zwischensilbe von einander getrennt waren, 24 Stunden später in unmittelbarer Aufeinanderfolge auswendig gelernt.

Für jede Anzahl von einprägenden Wiederholungen habe ich 8 Doppelversuche angestellt, welche folgende Resultate ergaben:

Anzahl der Wiederholungen für das Einprägen jeder einzelnen der ursprünglichen Reihen

	16	64

Anzahl der Sekunden für das Lernen der sechs abgeleiteten Reihen nach 24 Stunden (incl. Hersagen):

	1178	1157
	1216	982
	1216	1198
	950	1148
	1358	995
	1019	1017
	1191	1183
	1230	1196
m	1170	1109
w_m	30	22

Bei der geringen Zahl der Versuche sind die resultierenden Mittelwerte leider noch sehr ungenau; allein der

allgemeine Charakter des Resultats würde derselbe bleiben, wenn man selbst jeden Wert um die ganze Breite seines wahrscheinlichen Fehlers für falsch hielte. Man erkennt diesen Charakter nach Zuziehung des oben (S. 76) mitgeteilten Wertes für das Auswendiglernen von sechs vorher nicht eingeprägten 16silbigen Reihen. Dasselbe fand statt in 1270 Sekunden. Nach vorausgegangener 16maliger Wiederholung der ursprünglichen Reihen wurden demnach die abgeleiteten Reihen gelernt mit einer Ersparnis von 100 Sekunden, nach vorausgegangener 64maliger Wiederholung mit einer solchen von 161 Sekunden. Die vierfache Zahl von Wiederholungen bewirkte nur wenig mehr als die anderthalbfache Ersparnis. Die Verstärkung der über ein Zwischenglied hinweg stattfindenden Associationen geschah also in den untersuchten Fällen keineswegs proportional der Anzahl der Wiederholungen, selbst nicht innerhalb der Grenzen, in denen dies für die Associationen von Glied zu Folgeglied merklich der Fall war. Vielmehr nahm die Wirkung der Wiederholungen für die Associationen der mittelbaren Folge erheblich früher und erheblich schneller ab als für diejenigen der unmittelbaren Folge.

Sehr gut paſst zu dem gefundenen Wertepaar die oben (S. 136,1) — wie hier ohne Ausschluſs des Wissens — ermittelte Zahl für das Lernen von abgeleiteten Reihen, die Tags vorher in ihrer ursprünglichen Form bis zur erstmöglichen Reproduktion eingeprägt worden waren. Dieselbe ist allerdings unter etwas anderen Bedingungen erhalten worden. Erstens wurde auf die Einprägung nicht immer *dieselbe* Anzahl von Wiederholungen verwandt, sondern jedesmal so viele, wie für die Erzielung der erstmöglichen Reproduktion nötig waren, d. h. nicht genau, sondern *durchschnittlich* 32. Auſserdem war die Art der Ableitung der Reihen eine etwas andere, wie soeben auseinandergesetzt wurde. Allein diese Verschie-

denheiten fallen bei Zahlen, die ohnedies nicht auf große Genauigkeit Anspruch machen können, nicht sehr ins Gewicht. Ich ziehe diesen Wert also zur Vergleichung heran und außerdem die im VIten Abschnitt mitgeteilten Zahlen für den Einfluß einprägender Wiederholungen auf das Wiederlernen derselben, nicht umgeformten Reihen. Es ergiebt sich dann folgende Tabelle:

(Die Zahlen der vier mittleren Kolumnen bedeuten Sekunden.)

Anzahl der einprägenden Wiederholungen.	Zeit für das Wiederlernen der eingeprägten und nicht umgeformten Reihen nach 24 Stunden	Zeit für das Lernen der durch Überspringen von einer Zwischensilbe umgeformten Reihen nach 24 Stunden	Ersparnis bei dem Wiederlernen der nicht umgeformten Reihen.	Ersparnis bei dem Lernen der umgeformten Reihen.	Die Ersparnis bei den umgeformten Reihen in Prozenten derjenigen bei den nicht umgeformten.
0	1270				
16	1078	1170	192	100	52 %
32	863	1121	407	149	37 %
64	454	1109	816	161	20 %

Ich mache wiederholt darauf aufmerksam, daß die vorstehenden Zahlen zum Teil ziemlich unsicher sind und unter sehr eingeschränkten Bedingungen gewonnen wurden. Immerhin wird es gestattet sein, das Bild, welches sie für eine wichtige Gruppe innerer Vorgänge nun doch als das wahrscheinlichste erscheinen lassen, und welches eine bis dahin leere Stelle unseres Wissens mit einer ansprechenden und in sich geschlossenen Anschauung füllt, zusammenfassend und in hypothetischer Erweiterung zu skizzieren:

Bei der Einprägung und inneren Befestigung von Vorstellungsreihen durch mehrfache Wiederholung derselben bil-

den sich innere Verknüpfungen, Associationen, zwischen allen einzelnen Gliedern der Reihe. Das Wesen derselben besteht darin, dafs fernerhin Reihen aus derartig verknüpften Gliedern leichter, unter Überwindung eines geringeren Widerstandes, aufgenommen und reproduciert werden, als gleichartige Reihen aus bis dahin nicht verknüpften Gliedern, oder — wie man auch sagen kann — darin, dafs jedes Glied der Reihe gewisse Tendenzen erhält, bei seiner Wiederkehr ins Bewufstsein auch die anderen herbeizuführen. Diese Verknüpfungen resp. Tendenzen sind unter mehrfachen Gesichtspunkten von verschiedener Stärke. Für entferntere Glieder der ursprünglichen Reihe sind sie schwächer als für nähere; für bestimmte Entfernungen nach rückwärts schwächer als für dieselben Entfernungen nach vorwärts. Bei zunehmender Anzahl der Wiederholungen wächst die Stärke sämtlicher Verknüpfungen. Aber die von vornherein schon stärkeren Fäden zwischen den näheren Gliedern werden hierbei noch erheblich schneller verstärkt als die schwächeren Fäden zwischen entfernteren Gliedern. Je mehr die Zahl der Wiederholungen also steigt, desto stärker werden, absolut und relativ, die Verknüpfungen der unmittelbar auf einander folgenden Glieder, desto ausschliefslicher und mafsgebender wird die Tendenz jedes Gliedes, bei seiner eigenen Wiederkehr ins Bewufstsein dasjenige nach sich zu ziehen, welches ihm bei den Wiederholungen immer zunächst gefolgt war.

§ 42.

Indirekte Verstärkung von Associationen.

Ich schliefse ab mit der Erwähnung eines merkwürdigen Verhaltens, welches sich bei den im vorigen Paragraphen mitgeteilten Untersuchungen nebenbei noch herausstellte. Bei

der Unsicherheit der in Betracht kommenden Zahlen kann ich nur mit grofser Reserve darauf aufmerksam machen. Aber ganz übergehen möchte ich es nicht, weil es in sich wahrscheinlich ist und weil es, bei fernerer Bestätigung, ein charakteristisches Licht auf thatsächlich vorhandene, aber unbewufst bleibende innere Vorgänge werfen würde und auf die relative Unabhängigkeit derselben von bewufsten Begleiterscheinungen, auf die ich schon oben einmal hinwies (§ 24).

Die Ableitung der umgeformten Silbenreihen geschah, wie erwähnt, bei den zuletzt besprochenen Untersuchungen in der Weise, dafs aus zwei beliebig zusammengesetzten 16silbigen Reihen erst die sämtlichen Silben der ungeraden Stellen zu einer neuen Reihe vereinigt wurden, dann die sämtlichen Silben der geraden Stellen zu einer zweiten, unmittelbar folgenden Reihe. Bei einer aus sechs Reihen dieser Art bestehenden Gruppe enthielt also die abgeleitete Reihe II lauter Silben, welche bei der vorangegangenen ersten Einprägung auf die entsprechenden Silben von Reihe I unmittelbar gefolgt waren, ebenso die abgeleitete Reihe IV im Verhältnis zu III, VI im Verhältnis zu V. Es zeigte sich nun — und darin besteht eben das zu erwähnende eigentümliche Verhalten —, dafs bei dem Auswendiglernen von derartig abgeleiteten Reihengruppen für die Reihen II, IV, VI im Durchschnitt etwas weniger Zeit erforderlich war als für die Reihen I, III, V, während bei allen anderen daraufhin untersuchten Reihengruppen (abgeleiteten oder nicht abgeleiteten) gerade das Umgekehrte stattfand.

Ich belege zunächst das letztere Verhältnis mit einigen Zahlen.

Aus den Versuchen mit sechs 16silbigen Reihen, die zum erstenmal auswendig gelernt wurden, greife ich ganz beliebig je 10 auf einander folgende Versuche aus zwei verschiedenen

Zeitperioden heraus, indem ich jedesmal die Zeiten für das Auswendiglernen der Reihen I, III, V und diejenigen für das Lernen von II, IV, VI zusammenrechne.

1.

	Σ (I, III, V)	Σ (II, IV, V I)	Δ Σ(II, IV, VI) — Σ(I, III, V)
	467	790	323
	544	666	122
	662	704	42
	548	668	120
	523	539	16
	475	657	182
	612	753	141
	853	548	— 305
	637	641	4
	499	780	281
m	582	675	93
			w_m ± 37

2.

	Σ (I, III, V)	Σ (II, IV, VI)	Δ Σ(II, IV, VI)—Σ(I, III, V)
	488	694	206
	604	704	100
	551	734	183
	596	637	41
	559	686	127
	611	744	133
	653	682	129
	598	700	102
	723	606	— 117
	643	678	35
m	603	687	84
			w_m ± 20

Die Summe der II^{ten}, IV^{ten} und VI^{ten} Reihe ist hier, wie man sieht, im Durchschnitt der 10 Versuche beide Male erheblich gröfser als die Summe der Reihen I, III, V. Bei den einzelnen Versuchen sind die Differenzen allerdings von sehr verschiedenem Betrage; in je einem Falle haben sie sogar erhebliche negative Werte; aber diese Schwankungen werden repräsentiert durch die grofsen wahrscheinlichen Fehler der Durchschnittsdifferenzen, und trotz der Gröfse dieser Fehler darf der positive Charakter der Differenzen als ziemlich gesichert gelten.

In allen anderen untersuchten Fällen zeigte sich dasselbe: grofse Schwankungen der Differenzen bei den einzelnen Versuchen, aber bei Zusammenfassung mehrerer Versuche ein entschiedenes Überwiegen der Σ (II, IV, VI), meist allerdings von geringerem Betrage als bei den mitgeteilten beiden Versuchsreihen. So fand sich z. B. bei den 11 älteren Versuchen, in denen Reihen auswendig gelernt wurden, die durch Überspringen von 1 Zwischensilbe abgeleitet und Tags zuvor in ihrer ursprünglichen Form gelernt waren (S. 136, 1),

$$\Sigma\,(II,\,IV,\,VI) - \Sigma\,(I,\,III,\,V) = 33 \quad (w_m = 23).$$

Bei den 6 späteren Versuchen derselben Art (S. 142, 1),

$$\Sigma\,(II,\,IV,\,VI) - \Sigma\,(I,\,III,\,V) = 42 \quad (w_m = 29).$$

Bei den 10 Versuchen mit Reihen, die Tags vorher je 16 mal wiederholt worden waren (S. 75),

$$\Sigma\,(II,\,IV,\,VI) - \Sigma\,(I,\,III,\,V) = 17 \quad (w_m = 21) \text{ u. s. f.}$$

Eine einzelne der letztgenannten Zahlen hätte bei der Gröfse der wahrscheinlichen Fehler kaum irgendwelche Beweiskraft, durch ihre Üebereinstimmung hinsichtlich der Art der Differenz gewinnen sie an Wahrscheinlichkeit, zumal dieses Verhalten nach den Ergebnissen des § 18 ganz wohl verständlich ist. Dort hatte sich — besonders deutlich bei 16 silbigen Reihen — gezeigt, dafs das Lernen der einzelnen Reihen in

ziemlich regelmäſsigen Oscillationen geschieht, der Art, daſs auf eine verhältnismäſsig schnell gelernte Reihe eine verhältnismäſsig langsam gelernte folgt und umgekehrt (S. 58 Fig. 3). Da nun die erste Reihe durchschnittlich die am schnellsten gelernte, die zweite fast die langsamst gelernte jedes Versuchs ist, so werden durch Zusammenfassung von I, III, V die durchschnittlichen Minima, durch Zusammenfassung von II, IV, VI die durchschnittlichen Maxima der gebrauchten Zeiten vereinigt. Die Differenz Σ (II, IV, VI) — Σ (I, III, V) wird also im allgemeinen positiv sein.

Hiernach muſs es in der That auffallen, daſs bei den beiden im vorigen Paragraphen besprochenen Versuchsreihen diese Differenz vielmehr ein negatives Vorzeichen hat.

1) Bei dem Lernen der abgeleiteten Reihen, die in der ursprünglichen Form Tags vorher 16 mal wiederholt worden waren, fand sich:

	Σ *(I, III, V)*	Σ *(II, IV, VI)*	Δ Σ*(II, IV, VI)* — Σ*(I, III, V)*
	656	522	— 134
	702	514	— 188
	603	613	10
	450	500	50
	662	696	34
	560	459	— 101
	588	603	15
	637	593	— 44
m	607	562	— 45
			w_m ± 21

2) Bei dem Lernen der abgeleiteten Reihen, die in der ursprünglichen Form Tags vorher 64 mal wiederholt worden waren, fand sich:

	$\Sigma (I, III, V)$	$\Sigma (II, IV, VI)$	Δ $\Sigma(II, IV, VI) - \Sigma(I, III, V)$
	515	642	127
	567	415	— 152
	626	572	— 54
	583	560	— 28
	543	452	— 91
	539	478	— 61
	584	599	15
	592	604	12
m	569	540	— 29
			w_m ± 20

Die Schwankungen der Zahlen bei den einzelnen Versuchen sind auch hier sehr grofs, indes erkennt man auf den ersten Blick, ohne weitere Zusammenfassung, dafs eine starke Verschiebung der Differenzen in das Negative stattgefunden hat, die denn auch in den Durchschnittswerten zum Ausdruck kommt. Die Reihen II, IV, VI zusammengenommen, sind, entgegen dem sonst hervortretenden Verhalten, in etwas kürzerer Zeit gelernt worden als die Reihen I, III, V.

Dafs diese Abweichung auf blofsem Zufall beruhe, ist möglich, aber nicht sehr wahrscheinlich. Dazu sind die wahrscheinlichen Fehler, obschon grofs, doch nicht grofs genug.

Viel eher würde ich fürchten, dafs hier eine Trübung der Resultate durch die mehrerwähnte Fehlerquelle anticipierender Erwartung vorliege (S. 38 ff. u. S. 140). Während der fortschreitenden Versuche glaubte ich allerdings mit wachsender Sicherheit den geringeren Zeitaufwand für das Lernen der Reihen II, IV, VI voraussehen zu können, und nur weil ich etwas Derartiges vermutete, hatte ich überhaupt die Ableitungsweise der umgeformten Reihen geändert. Ich kann sonach die Möglichkeit durchaus nicht ausschliefsen, dafs lediglich auf Grund dieser geheimen Voraussetzung, in einer für

das Bewufstsein ganz unmerklichen Weise, bei dem Lernen von II, IV, VI eine gröfsere und bei dem Lernen von I, III, V eine geringere Anspannung der Aufmerksamkeit stattgefunden habe. Indes positiv als richtig behaupten läfst sich diese Vermutung auch nicht, und durch die Annahme, dafs der ganze gefundene Unterschied auf den Einflufs dieser Fehlerquelle zurückzuführen sei, wird jedenfalls den unwillkürlichen und unbemerkt bleibenden Akkomodationen der Aufmerksamkeit an eine geheime Erwartung eine ziemlich erhebliche Leistung zugeschrieben.

Es bleibt demnach immerhin eine gewisse Wahrscheinlichkeit für die dritte Möglichkeit, dafs nämlich die gefundene Verschiedenheit in dem Charakter der Durchschnittsdifferenz wenigstens teilweise sachlich begründet sei, dafs das schnellere Lernen der abgeleiteten Reihen II, IV, VI eben durch die Art ihrer Ableitung verursacht werde.

Wie man sich diese Verursachung eigentlich zu denken habe, würde wohl nur durch Heranziehung physiologischer Vorstellungen, die noch erst der Bildung oder mindestens der Durchbildung bedürfen, deutlich zu machen sein. Bedient man sich der Sprache der Psychologie, so kann man sich, wie bei allem unbewufsten Geschehen, nur uneigentlich und bildlich ausdrücken.

Durch das Auswendiglernen einer Reihe in der ursprünglichen Anordnung, so mufs man sagen, erhalten die einzelnen Silben ziemlich starke Tendenzen, bei ihrer eigenen Wiederkehr ins Bewufstsein die zunächst folgenden Silben nach sich zu ziehen. Werden also die Silben 1, 3, 5 u. s. w. wiedererzeugt, so erhalten 2, 4, 6 u. s. w. gewisse Antriebe, ebenfalls wieder hervor zu treten. Diese Antriebe sind bei weitem nicht stark genug, um ein bewufst bemerkbares Geschehen, ein wirkliches Eintreten von 2, 4, 6 zuwege zu bringen.

Letztere geraten nur in einen gewissen inneren Erregungszustand, es geschieht irgend etwas mit ihnen, was unterbleiben würde, wenn 1, 3, 5 nicht wiederholt wären. Sie verhalten sich ähnlich wie ein vergessener Name, den man durch Besinnen wieder zu beleben sucht. Bewufst ist dieser nicht vorhanden, man sucht ihn ja eben. In gewisser Weise aber, auf dem Wege zum Bewufstsein sozusagen, ist er doch auch unleugbar vorhanden. Denn wenn allerlei Vorstellungen wachgerufen werden, die mit früher dagewesenen Namen in Verbindung stehen, so vermag man meist anzugeben, ob sie mit dem jetzt gerade gesuchten und noch nicht gefundenen zusammenstimmen oder nicht. In einen ähnlichen wenig intensiven Erregungszustand zwischen dem bewufsten Hervortreten einerseits und dem einfachen Nichtvorhandensein andrerseits werden also auch die Silben 2, 4, 6 versetzt durch die häufige Wiederholung der mit ihnen vorher verbunden gewesenen 1, 3, 5. Und diese Erregung hat nun, so scheint es nach unseren Versuchen, eine ganz ähnliche Wirkung wie das wirkliche Bewufstwerden. Es bilden sich innere Verbindungen zwischen successive i n n e r l i c h e r r e g t e n Silben gerade wie zwischen successive b e w u f s t g e m a c h t e n Silben, nur natürlich von geringerer Stärke; es spinnen sich geheime Fäden, welche die gar nicht bewufst werdenden 2, 4, 6 aneinanderfesseln und der bewufsten Erzeugung ihrer Aufeinanderfolge vorarbeiten. Solche Fäden bestanden freilich schon in gröfserer Stärke von dem Lernen der ursprünglichen Reihe her; die gegenwärtige Wirkung wird sich also so äufsern, dafs sie die bestehenden Verknüpfungen etwas verstärkt. Und das ist nichts anderes als das oben Gefundene: sind zwei Silbenkombinationen 1, 3, 5 . . und 2, 4, 6 . . häufig zusammen bewufst gemacht worden (Lernen der ursprünglichen Reihen), so hat hinterher das Lernen der zweiten Kombination (ab-

geleitete Reihen II, IV, VI) bald nach dem Lernen der ersten (abgeleitete Reihen I, III, V) einen etwas geringeren Widerstand zu überwinden als das letztere. Es findet eine gewisse Verstärkung von Associationen statt, nicht nur direkt, durch bewufste Wiederholung der associierten Glieder, sondern auch indirekt, durch bewufste Wiederholung anderer Glieder, mit denen jene ersten lediglich häufiger zusammen waren.

Diese Vorstellungsweise der Sache liegt ganz in der Konsequenz der oben (S. 150) erforderlich gewordenen Annahme von der Bildung associativer Verknüpfungen über mehr Zwischenglieder hinweg, als sich in einem deutlichen Bewufstseinsakt auf einmal umfassen lassen. Sie würde sich fruchtbar machen lassen für die Erklärung mancher auffallenden Erscheinungen des Gedächtnis- und Erinnerungslebens, aber bei der Unsicherheit der Erfahrungsgrundlagen, die ich ihr gegenwärtig geben kann, nehme ich einstweilen davon Abstand, ihr weiter nachzugehen.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.



ed on

